ANNALEN
DER
PHYSIK.

485-31

HERAUSGEGEBEN

VON

LUDWIG WILHELM GILBERT,
PROFESSOR DER PHYSIK UND CHEMIE ZU HALLE,
UND MITGLIED DER GESELLSCHAFT NATURFORSCHENDER FREUNDE
IN BERLIN U. ANDRER NATURF. SOCIETÄTEN.

EILFTER BAND.

NEBST SECHS KUPFERTAFELN.

HALLE,
IN DER RENGERSCHEN BUCHHANDLUNG.
1802.

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1802, FÜNFTES STÜCK.

I.

UNTERSUCHUNGEN,

wie durch atmosphärische Strahlenbrechung doppelte Bilder von Gegenständen entstehn,

von

WILL. HYDE WOLLASTON, M. D., F. R. S.*)

erläutert und erweitert vom

HERAUSGEBER.

Kürzlich sind in unsern *Transactions* mehrere merkwürdige Beispiele ungewöhnlich starker atmo-

*) Diesen Aufsatz, der mir zu den belehrendsten physikalischen Arbeiten der letztern Jahre zu gehören scheint, übertrage ich hierher, (seiner Vollständigkeit unbeschadet etwas abgekürzt,) aus den *Philosophical Transactions of the Royal Soc. of London for* 1800, pag. 239 — 254. Wollaston kennt von den vielen Aufsätzen über die wunderbaren Wirkungen ungewöhnlicher irdischer Strahlenbrechungen, die sich fast ganz vollständig, so viele deren bekannt sind, in Band 3, 4, 5 der

ſphäriſcher Strahlenbrechung beſchrieben worden, bei denen ſich Gegenſtände nahe am Horizonte umgekehrt zeigten, und der Horizont ſelbſt erhoben oder erniedrigt erſchien. Huddart nahm zuerſt ein verkehrtes Bild *unter* Gegenſtänden wahr, und er begleitete ſeine Beobachtungen mit einer optiſchen Erklärung, die er darauf gründet, daſs die unterſte Luftſchicht damahls ein geringeres Brechungsvermögen, als die in geringer Höhe darüber ſtehenden Luftſchichten hatte. *) Schon früher ſah

Annalen beiſammen befinden, lediglich diejenigen, welche von engliſchen Phyſikern herrühren, und in den frühern Bänden der *Transactions* abgedruckt ſind; nicht aber die an ſich wichtigern Abhandlungen Gruber's, Woltmann's, Büſch's und anderer Deutſchen. Ich habe daher in den hinzugefügten Anmerkungen nicht bloſs die Ideen des Verfaſſers zu erläutern geſucht, ſondern ſie auch mit den ähnlichen frühern Wahrnehmungen, Verſuchen und Theorien dieſer ſchätzbaren Phyſiker verglichen, und ſie dem gemäſs ſtellenweiſe berichtigt. Bei dem groſsen Reichthume an Abhandlungen über Volta's electriſche Säule, und dem Zeitintereſſe, welches dieſe für ſich haben, muſste ich gegenwärtigen Aufſatz, der ſchon vor einem Jahre druckfertig war, bis jetzt zurückbehalten. Doch wird das dem Intereſſe deſſelben nicht ſchaden; ob er ſich gleich dadurch weit von den übrigen Abhandlungen, auf welche die Anmerkungen hinweiſen, getrennt befindet. *d. H.*

*) Beobachtungen über die horizontale Strahlenbre-

Dalby die Spitzen eines Hügels frei in der Luft ſchweben, und den Himmel darunter, *) welches höchſt wahrſcheinlich derſelbe Fall war: nur daſs er das verkehrte Bild unter der Hügelſpitze nicht unterſchied; denn nur mittelſt eines umgekehrten Ganges der Strahlen iſt es möglich, den Himmel unter einem Gegenſtande zu erblicken. Späterhin bemerkte Vince ſelbſt zwei Bilder, ein aufrechtes und ein verkehrtes, nicht unter, ſondern über den Gegenſtänden; **) und indem er den Weg der Lichtſtrahlen dabei auf ähnliche Art als Huddart verfolgte, ſchloſs er, der Grund dieſes Phänomens ſey in „ungewöhnlichen Abweichungen“ von der ſonſtigen regelmäſsigen Zunahme in der Dichtigkeit der niedrigern Luftſchichten zu ſuchen.

Noch ſind die Urſachen dieſer beſondern terreſtriſchen Refractionen nicht ſo genügend entwickelt, als es wohl zu wünſchen wäre. Ich hielt es daher der Mühe werth, ſie zu Gegenſtänden meines Nachdenkens zu machen, und werde in dieſer Abhandlung *erſtens theoretiſch* unterſuchen, wie Flüſſigkeiten im Allgemeinen ihre Dichtigkeit verändern, und

chung bei irdiſchen Gegenſtänden, und über die Vertiefung des Seehorizonts von Joſeph Huddart, in den *Annalen der Phyſik*, III, 257 — 280. *d. H.*

*) *Annalen der Phyſik*, III, 275, Anm. *d. H.*

**) Bemerkungen über eine ſehr ungewöhnliche Horizontal-Refraction von Samuel Vince, in den *Annalen*, IV, 129 — 141. *d. H.*

was dadurch für Gesetze in Rücksicht ihrer Strahlenbrechung begründet werden; *zweitens* durch *Versuche mit Flüssigkeiten von bekannter Dichtigkeit* diese Theorie zu erläutern und zu bestätigen bemüht seyn; und *drittens* durch *Versuche mit der Luft selbst* auszumitteln suchen, welches die Ursachen der Veränderungen ihrer Dichtigkeit und ihres Brechungsvermögens sind, aus denen die verkehrten Bilder und die übrigen beobachteten Phänomene entspringen, und wo möglich die Grenzen dieser Veränderungen bestimmen.

I.

Die *allgemeinen Gesetze der Strahlenbrechung in Flüssigkeiten, deren Dichtigkeit sich allmählig verändert*, lassen sich in folgende drei Lehrsätze fassen:

Satz 1. Wenn die Dichtigkeit eines brechenden Mittels sich nach parallelen, unendlich dünnen Schichten ändert, so wird jeder Lichtstrahl, der durch das Mittel *in der Richtung* dieser Schichten geht, während des Durchgehens von seinem Wege abgelenkt, und zwar den Incrementen der Dichtigkeit an den Stellen seines Durchgehns proportional. *)

*) Die Zurückführung der hier zu erklärenden Erscheinungen auf den Gang der Strahlen, die in ein brechendes Mittel von schichtenweise sich verändernder Dichtigkeit parallel mit diesen Schichten einfallen, ist Wollaston eigen, und

Denn jeder Strahl wird der dichtern Schicht durch eine brechende Kraft zugelenkt, welche dem Unterſchiede der Dichtigkeit der beiden Schichten, zwiſchen denen der Strahl durchgeht, proportional iſt. Da nun im brechenden Mittel die Geſchwindigkeit der Luftſchichten, mithin auch die Dauer der Einwirkung dieſer Kräfte auf ſie, überall gleich iſt, ſo müſſen ſich die Ablenkungen der Lichtſtrahlen wie die brechenden Kräfte, das iſt, in dieſem Falle, wie die Incremente der Dichtigkeit an den Stellen, wo ſie durchgehn, verhalten.

Satz 2. Wenn zwei Flüſſigkeiten von verſchiedner Dichtigkeit, nachdem man ſie mit einander in Berührung gebracht hat, an ihrer Grenze ſich wechſelſeitig durchdringen, ſo wird dadurch ihre Dichtigkeit innerhalb des Raums, wo ſie allmählig in einander übergehn, ſo verändert, daſs, wenn man die Tiefen unter der Oberfläche der einen, und die Höhen über der untern Fläche der andern die-

erleichtert in der That die Einſicht. Noch weſentlicher zeichnen ſich indeſs ſeine Behandlung dieſer Materie und ſeine Theorie, durch die Hinſicht auf das ſogleich zu entwickelnde Geſetz aus, wonach die Dichtigkeit der Schichten, durch welche verſchiedne Flüſſigkeiten in einander übergehn, variirt; ein Geſetz, welches er aufs beſte darthut, und das die Eigenthümlichkeiten der Strahlenbrechung in dieſen Fällen begründet, obſchon keiner der frühern Erklärer dieſes beachtete. *d. H.*

ſer Flüſſigkeiten, als Abſciſſen auf einer geraden Linie xy, (Fig. 1, Taf. I,) und die Dichtigkeiten an dieſen Stellen als dazu gehörige ſenkrechte Ordinaten rx, dy aufträgt, die Linie, in welcher die Ordinaten ſich endigen, eine Curve doppelter Krümmung, und einen Punkt m entgegengeſetzter Biegung enthalten muſs. *)

Denn die geraden Linien da, rn, welche die Ordinaten rx gleicher Dichtigkeiten der einen, und dy der andern Flüſſigkeit begrenzen, laufen mit ein-

*) *When two fluids of unequal denſity are brought into contact, and unite by mutual penetration; if the denſities at different heights be expreſſed by ordinates, the curve which terminates theſe ordinates will have a point of contrary flexure.* Dieſer von mir im Deutſchen mit mehrerer Verſtändlichkeit ausgedruckte Satz ſoll eigentlich ſo viel ſagen: „Die Veränderung in der Dichtigkeit der an ihren Grenzen allmählig in einander übergehenden Flüſſigkeiten nimmt von da an, wo die Durchdringung beginnt, bei gleichem Abſtande zweier Schichten anfangs immer zu, bis auf einen Punkt m; dann werden die Unterſchiede in den Dichtigkeiten zweier gleich weit von einander entfernter Schichten wieder geringer.“ — Das geometriſche Gewand, in welches Wollaſton dieſen einfachen Satz auf eine den Nicht-Geometer vielleicht abſchreckende Art einhüllt, iſt in dieſem Falle nicht überflüſſig, da er darauf eine artige und einfache Conſtruction für die hier zu

ander parallel. Würden sie nicht durch Curven von entgegengesetzter Krümmung verbunden, so müsste man sich zwischen ihnen irgend eine gerade Linie, wie *ao*, als Verbindungslinie denken. Aber aus derselben Ursach, sie sey, welche sie wolle, aus der man Eine solche Linie wie *ao* annehmen wollte, müsste man der verbindenden Zwischenlinien mehrere *mp*, *tq* u. s. w. annehmen, da man dann zuletzt allemahl auf Curven entgegengesetzter Krümmung, wie *defm* und *mtsr*, kömmt, die einen Punkt *m* doppelter Biegung haben.

Die Gestalt dieser krummen Linie doppelter Krümmung scheint sich nicht genau bestimmen zu

behandelnde Strahlenbrechung gründet, welche die Erklärungen mehr veranschaulicht. — Es wird gut seyn, bei diesem Satze ausdrücklich zu bemerken, dass, wenn Flüssigkeiten von ungleicher Dichtigkeit der Einwirkung der Schwere ungestört überlassen sind, sie sich nie anders, als ihrem specifischen Gewichte entsprechend, mithin nur so setzen können, dass die dichtern Schichten durchweg tiefer liegen. Alle parallel mit den Schichten einfallenden Strahlen werden daher immer *nach einerlei Seite zu* abgelenkt, hier nach unten; und in so fern auf einerlei Art gebrochen. Nur kömmt es darauf an, wo sie am stärksten nach unten gebrochen werden; und das ist, nach Satz 1, da der Fall, wo zwischen zwei nächsten Schichten der Unterschied ihrer Dichtigkeit, und mithin das Increment der Dichtigkeit, am grössten ist. *d. H.*

laſſen; auch hat es auf die folgenden Schlüſſe keinen Einfluſs, wenn ſie ganz unbekannt bleibt. Einige Vermuthungen laſſen ſich darüber jedoch aufſtellen.

Die Verſchiedenheit in den Dichtigkeiten entſpringe aus Verſchiedenheit des ſpecifiſchen Gewichts zweier ungleichartiger Flüſſigkeiten, oder aus Verſchiedenheit der Temperatur zweier Antheile derſelben Flüſſigkeit; in beiden Fällen muſs dieſe Curve ſehr nahe einerlei Geſtalt haben. Wie geringe auch, in beiden Fällen, die Entfernung *pc*, (Fig. 2,) ſey, innerhalb welcher die gegenſeitige Anziehung beider Flüſſigkeiten eine genaue Vereinigung derſelben bewirkt, immer wird die Dichtigkeit *mn* der Miſchung das arithmetiſche Mittel der Dichtigkeiten beider Flüſſigkeiten ſeyn. *) Aus demſelben Grunde müſsten in kleinern Entfernungen die Dichtigkeiten Reihen arithmetiſcher Mittel *ef*, *gh* u. ſ. w. bilden, und die Linie *ao* durch ihre Endpunkte gerade ſeyn. So entſtünden in Fig. 1 Curven *defm*, *rstm*, zu welchen die geraden Linien *mp*, *tq* u. ſ. w. als Tangenten, und die Weite gegenſeitiger Anziehung *np*, *oq* als Subtangenten gehörten. Blieben dieſe überall gleich, ſo müſsten folglich beide

*) Dieſes iſt eine unrichtige Annahme, da bekanntlich faſt bei allen Miſchungen das Volum des Gemiſches von der Summe der Voluminum des Zuſammengemiſchten verſchieden iſt. *d. H.*

Curven logarithmiſche Linien ſeyn, die im Punkte *m* zuſammenträfen.

Satz 3. Wenn parallele Strahlen durch ein brechendes Mittel, deſſen Dichtigkeit ſich ſchichtenweiſe nach der im vorigen Satze beſchriebnen Art verändert, in der Richtung dieſer Schichten, gehn; ſo werden die, welche ſich *über* dem Punkte doppelter Krümmung befinden, durch das brechende Mittel ſo abgelenkt, daſs ſie *divergiren*, die *unter* dieſem Punkte ſo, daſs ſie *convergiren*. *)

*) *If parallel rays paſs through a medium varying according to the preceding propoſition, thoſe above the point of contrary flexure will be made to diverge, and thoſe below the ſame point will converge, after their paſſage through it.* Dieſes ſoll eigentlich ſo viel ſagen: „Gehn die untere, dichtere Flüſſigkeit, und die obere, dünnere, beide an ihrer Grenze merklich in einander über; ſo giebt es hier irgendwo eine Schicht, wo die Unterſchiede der Dichtigkeiten zweier nächſter Schichten am gröſsten ſind, gröſser, als darüber und darunter. Nennen wir dieſe die *Schicht des gröſsten Increments*, ſo iſt ſie es, deren Lage Wollaſton durch den Punkt der doppelten Krümmung bezeichnet. Die parallel mit den Schichten einfallenden Strahlen werden ſo gebrochen, daſs ſie oberhalb der Schicht des gröſsten Increments, (d. h. nach dem dünnern Mittel zu,) divergirend, unterhalb derſelben, (nach dem dichtern Mittel zu,) convergirend werden, und ſo aus dem Mittel ausgehn, wie das aus dem folgenden Beweiſe erhellt. *d. H.*

Denn da sich die Ablenkung jedes dieser Strahlen nach den Incrementen der Dichtigkeit an den Stellen seines Durchgehns richtet, (Satz 1,) und das Increment der Dichtigkeit im Punkte der doppelten Krümmung am gröfsten ist, (Satz 2;) so müssen Strahlen, die, wie *ab*, (Fig. 3,) unweit dieses Punktes durch das Mittel gehn, stärker nach dem dichtern Mittel zu abgelenkt werden, als Strahlen, die von demselben entfernter, es sey höher, wie *cd*, oder tiefer, wie *ef*, durchgehn. Daher mufs der Strahl *ab* nach dem Ausfahren mit Strahlen *cd*, die durch höher liegende Schichten gehn, divergiren, dagegen mit Strahlen *ef*, die durch tiefer liegende Schichten gehn, convergiren, und mit den letztern endlich zusammentreffen.

Folgerung. Für die einander zunächst liegenden, convergirend ausfahrenden Strahlen, wird es daher hinter dem brechenden Mittel einen Vereinigungspunkt geben, über welchen hinaus sie wieder auseinander fahren.

Ueberhaupt bewirkt ein brechendes Mittel von solcher wachsenden Dichtigkeit dasselbe, als ein gleichförmig dichtes brechendes Mittel, dessen Oberfläche nach der Curve der Dichtigkeiten gekrümmt ist. *) Je nachdem die Strahlen zu dem convexen

*) Sofern nämlich die Curve der Dichtigkeiten immer so gedacht wird, dafs sie den einfallenden Strahlen im *dichtern* Mittel den *convexen*, im *dün-*

oder dem concaven Theile dieſer Curve gelangen, fahren ſie aus beiden Mitteln convergirend oder divergirend aus. Denkt man ſich daher die Strahlen in Fig. 3 rückwärts verlängert, bis zu den Grenzen eines Gegenſtandes *O*, (wie in Fig. 5,) und ſieht nun dieſe Strahlen, (oder vielmehr dieſe Achſen der Lichtkegel, die, im Auge zuſammengebrochen, gleich

nern den *concaven* Theil zukehrt, (welches jedoch nicht nöthig iſt, ſofern man ſich nicht an dieſe Uebereinſtimmung, ſondern lediglich daran halten will, daſs die parallelen Strahlen, die vom Punkte doppelter Krümmung ab, nach dem dünnern Mittel zu einfallen, divergirend, die nach dem dichtern Mittel zu, convergirend abgelenkt werden. „In dem brechenden Mittel von *wachſender* Dichtigkeit iſt", wie Wollaſton bemerkt, „die Ablenkung der Strahlen, oder, genau genommen, die Tangente ihrer Ablenkung, den Incrementen der Dichtigkeit, (folglich den Incrementen *bm* der Ordinaten in Fig. 4,) proportional; oder, da $bm = bc \cdot \text{tang. } c$, und *bc* als Increment der Abſciſſen conſtant iſt, ſo ſind die Tangenten der Ablenkungswinkel den Tangenten des Winkels *c* proportional. — Gerade ſo im brechenden Mittel von *gleicher* Dichtigkeit; denn da in dieſem die Sinus der Einfalls- und Ausfallswinkel in einem gegebnen Verhältniſſe ſtehn, ſo ſtehn auch die Differenzen derſelben in dieſem Verhältniſſe, und bei kleinen Winkeln verändern ſich die Tangenten der Ablenkungswinkel, wie die Tangenten der Einfallswinkel, oder der ihnen gleichen Winkel *c*." *d. H.*

einen Strahl wirken,) als die einfallenden an, so mufs nothwendig:

1. jeder solcher Gegenstand *O*, den man durch den geneigten, *concaven* Theil *r m* der Curve der Dichtigkeiten sieht, erhoben, aufrecht, und etwas verkleinert erscheinen. *)

2. Ein Gegenstand dagegen, den man durch den geneigten *convexen* Theil *m d* sieht, zeigt sich erhoben, und falls er über den Durchschnittspunkt der ins Auge kommenden Gesichtsstrahlen hinaus liegt, umgekehrt. Die Gröfse desselben hängt vom Verhältnisse der Entfernung des Auges zu der des Gegenstandes ab. **)

*) Da in Fig. 5 die Curve der Dichtigkeiten in derselben Lage, wie in Fig. 3, die Strahlen in Fig. 5 aber von der entgegengesetzten Seite als in Fig. 3 einfallend gezeichnet sind, so entspricht in so fern diese Figur nicht ganz dem Vortrage, und könnte den Leser verwirren, weshalb ich Fig. 6 hinzugefügt habe, ob es gleich, (unter der Bedingung der vorigen Anmerkung,) auf die Seite, von welcher die Strahlen auf die Curve der Dichtigkeiten auffallen, nicht ankömmt. In Fig. 6 werden, wie man sieht, der Aussage im Texte zufolge, die auf den concaven Theil der Curve der Dichtigkeiten *r m* auffallenden Strahlen, wie im Hohlglase, durch die Brechung divergenter gemacht, so dafs sie, statt in *a* zusammenzutreffen, sich nun erst im weiter entlegnen Auge *b* durchkreuzen, und dort einen kleinern Gesichtswinkel machen. *d. H.*

**) Uebereinstimmender mit dem Texte als Fig. 5

3. Unterhalb des Punktes *d*, wo die Curve der Dichtigkeiten aufhört, findet das directe Sehen ſtatt.

Hiernach iſt es nicht unmöglich, daſs ein Gegenſtand *O* ſo liegt, daſs man ihn auf dieſe drei Arten zugleich ſieht; aufrecht bei *O*, umgekehrt in *I*, und nochmahls aufrecht in *A*.

Dieſen Satz nehme ich für anwendbar an auf alle Fälle einer allmählig ſich ändernden Dichtigkeit eines brechenden Mittels, ſie ſey nun durch gegenſeitige Auflöſung zweier verſchiedner Flüſſigkeiten, oder durch partielle Verdünnung einer und derſelben Flüſſigkeit bewirkt. Aus meinen Verſuchen mit verſchiednen Flüſſigkeiten, ſie mochten noch ſo ſehr in der Dichtigkeit, oder ſelbſt im Grade der Flüſſigkeit von einander abweichen, finde ich in der That, daſs die Strahlenbrechung in ſolchen Mitteln dieſen aus meiner Theorie entwickelten Geſetzen völlig entſpricht. Folgende Beobachtungen werden dieſes beweiſen.

II.

Verſuch 1. Ich goſs in eine parallelepipedariſche Flaſche, deren Querſchnitte Quadrate ſind, ein wenig klaren durchſichtigen *Syrup*, und darüber mit Vorſicht eine gleiche Menge *Waſſer*, ſo daſs die-

iſt auch hierbei wieder Fig. 6, wo die auf den convexen Theil *md* der Curve der Dichtigkeiten auffallenden, in *c* ſich durchkreuzenden Strahlen, wie durch eine convexe Glaslinſe convergirend gebrochen, und in *b* wieder vereinigt werden. *d. H.*

fes sich unvermischt über den Syrup setzte. Eine kurze Zeit über blieb die Schicht, in der beide sich zu vereinigen begonnen, so dünn und klein, dafs durch sie nichts deutlich zu erkennen war; bald aber hatten Wasser und Syrup sich gegenseitig so durchdrungen, dafs sie die bei *A*, Fig. 7, abgebildeten Phänomene bewirkten. Ein auf eine Karte geschriebnes Wort, (*Syrup* in Fig. 7 *A*,) das hinter die Flasche gebracht wurde, erschien nun durch den Syrup *aufrecht*, an der wahren Stelle; zugleich sah man durch die sich mischenden Schichten von ungleichförmiger Dichtigkeit ein *verkehrtes* Bild des Wortes, über der wahren Stelle, und darüber noch ein zweites *aufrechtes* Bild desselben Wortes. *)

Wenn diese Erscheinungen erkennbar zu werden beginnen, verändert sich die Dichtigkeit noch so schnell, dafs man den Gegenstand, den man betrachten will, an die Flasche selbst bringen kann. Späterhin aber, wenn die Dichtigkeit sich mehr allmählig ändert, fällt der Durchschnittspunkt der Strahlen weiter ab, und dann wird ein so nahe hinter der Flasche stehender Gegenstand dadurch nur weiter entfernt, und er mufs um einen oder zwei Zoll von der Flasche abgerückt werden, um sich auch verkehrt zu zeigen.

*) In Fig. 7 *A* soll die Art des Schattirens unstreitig ausdrücken, dafs zwischen dem verkehrten und dem aufrechten Bilde die Schicht der gröfsten Incremente der Dichtigkeit liegt. *d. H.*

Verſuch 2. Mit derſelben Vorſicht, wie vorhin, goſs ich nun noch eben ſo viel *rectificirten Weingeiſt* in die Flaſche. Die Schichten, in welchen Waſſer und Weingeiſt ſich miſchten, gaben dieſelben Erſcheinungen, wie die vorigen. Da aber Weingeiſt ein ſtärkeres Brechungsvermögen als Waſſer hat, ſo ſtand jetzt das oberſte Bild an der wahren Stelle des Gegenſtandes, das verkehrte und aufrechte Bild darunter, wie bei *B*, Fig. 7, das Wort: *Spirit*, ſich zeigt.

Betrachtet man eine ſchiefſtehende Linie, *der*, Fig. 8, durch ein ungleichförmiges auf dieſe Art gebildetes Mittel, ſo erſcheint ſie verſchiedentlich gekrümmt, je nachdem ſie in Abſicht des Durchkreuzungspunktes liegt. *) Steht ſie genau im

*) Damit die ſich ſchneidenden Strahlenkegel, die von den Punkten jeines Gegenſtandes auf den convexen Theil der Curve der Dichtigkeiten auffallen, nach der Ablenkung in einem gegebnen Punkte *b*, Fig. 6, wo das Auge iſt, zuſammentreffen, müſſen ſie ſich in einer beſtimmten Entfernung von der Curve der Dichtigkeiten, z. B. in *c*, durchkreuzen. Dieſen Punkt, der bei Mitteln von geringerm Brechungsvermögen weiter abliegt, nennt Wollaſton den *Durchkreuzungspunkt*, oder den *Focus*, wiewohl etwas uneigentlich. — Von der Gröſse und von der Nähe oder Entfernung des Gegenſtandes von dieſem ſogenannten Focus hängt es ab, ob nur ein Theil des Gegenſtandes, oder der ganze, oder noch mehr als derſelbe ſich umgekehrt zeigt. Gerade im Focus giebt der einzige Punkt

Hauptfocus, so wird ein Punkt derselben in eine Vertikallinie, wie *lm*, bei *A*, ausgedehnt. Liegt sie über den Focus hinaus, so ist das Stück *lm*, wie bei *B*, rückwärts geneigt, als das umgekehrte Bild von *dl*, und zugleich erscheint darüber ein aufrechtes Bild *mn* desselben Stücks. Deshalb ist eine solche Linie ein schicklicher Gegenstand, um daran den Zustand irgend eines zu untersuchenden Mittels zu prüfen.

Die doppelten Bilder bleiben in diesen Versuchen bei der Vereinigung von *Weingeist* mit Wasser mehrere Stunden lang sichtbar; mit *Syrup* bleiben sie es 2 oder 3 Tage, mit *Schwefelsäure* 4 bis 5 Tage, und mit einer Auflösung von *arabischem Gummi* noch viel länger. Da diese Stoffe mit einem verschiednen Vermögen sich zu vereinigen streben, so sind natürlich die Erscheinungen in ihnen nie dieselben.

Die *grösste Strahlenbrechung* findet immer nahe bei der anfänglichen Grenzschicht statt, in der beide Flüssigkeiten sich berührten, und nimmt von da sowohl herauf- als herabwärts ab. Ich fand aber kein Mittel, dieses Abnehmen genau zu messen, und das Gesetz, wonach es geschieht, oder die *Natur der Curve der Dichtigkeiten* zu bestimmen. Dass

im Focus ein Bild, das den ganzen Raum *l* einnimmt, und daher als Linie erscheint, und so die Punkte darüber und darunter, wie *lm* in Fig. 8 *A*. *d. H.*

Dafs indefs, wie ich in Satz 1 behauptete, die Ablenkung eines parallel mit den Schichten einfallenden Strahls, nicht blofs den Incrementen der Dichtigkeit an der Stelle, wo er durchgeht, fondern auch der Zeit feines Durchganges proportional ift; diefe Ausfage liefs fich leicht durch Verfuche mit einerlei Mittel von verfchiedner Ausdehnung prüfen. Denn dann mufsten Strahlen, die an Stellen durchgingen, wo die Incremente einerlei waren, im Verhältniffe der Ausdehnung des brechenden Mittels abgelenkt werden. Folgender Verfuch thut diefes dar:

Verfuch 3. Ich füllte Syrup und darüber eine Schicht Waffer, in zwei andere parallelepipedarifche Gläfer, deren Querfchnitte Rechtecke waren; die Seiten derfelben verhielten fich im erftern wie 10 : 30,6, im andern wie 10 : 40,4. Darauf mafs ich in jedem die gröfste Strahlenbrechung nach beiden Directionen, (nach der Breite und Länge des Glafes.) Im erften Glafe ftanden diefe Brechungen ungefähr im Verhältniffe von 10 : 29, im zweiten von 10 : 40.

So hatte ich mir nun befriedigende Belehrung über die Art verfchafft, wie Flüffigkeiten von verfchiedner Natur, die fich berühren, in ihrer Dichtigkeit in einander übergehn, und wie fie dadurch auf den Gang der Lichtftrahlen wirken. Der folgende Verfuch bewies, dafs auch in dem Falle, wenn in einem und demfelben brechenden Mittel ein Unterfchied in den Dichtigkeiten durch eine *Tempera-*

tur-Verſchiedenheit in benachbarten Schichten bewirkt wird, die Dichtigkeiten der Zwiſchenſchichten nach demſelben Geſetze variiren.

Verſuch 4. Ich goſs in eine Flaſche, deren Querſchnitt ein Quadrat war, etwas kaltes *Waſſer*, legte darüber ein Blatt Löſchpapier, worin ſich einige kleine Löcher befanden, und füllte darauf das Glas vorſichtig mit kochendem Waſſer. Das Löſchpapier verhinderte die plötzliche Vermiſchung des kochenden mit dem kalten Waſſer, ſchwamm aber nachgerade in die Höhe, da dann die Wärme in den ſich berührenden Schichten ſich allmählig vertheilte. — Stellte ich mich nun 4 bis 5 Fuſs hinter das Glas, ſo ſah ich dieſelben Erſcheinungen wie in den vorigen Verſuchen. Ueber jedem durch das kalte Waſſer ſich zeigenden Gegenſtande ſchwebten noch zwei Bilder deſſelben, ein verkehrtes und ein aufrechtes; doch währte dieſe Erſcheinung höchſtens 5 bis 6 Minuten.

III.

Durch dieſe hinlänglich abgeänderten Verſuche iſt es auſser Streit geſetzt, daſs alle bisher beobachteten Erſcheinungen ungewöhnlicher terreſtriſcher Refractionen, ſich lediglich durch zwei Flüſſigkeiten von ungleicher Dichtigkeit, die in Berührung ſind, hervorbringen laſſen. Ich gehe daher nun zur *Luft* über, und will hier die Mittel entwickeln, durch welche auch mittelſt ihrer ſich ähnliche Phänomene hervorbringen laſſen.

Verſuch 5. Ein umgekehrter eiſerner Stab, wie er bei den Kaminen gewöhnlich iſt, um damit das Feuer anzuſchüren, wurde roth glühend gemacht, und dann ſo gehalten, daſs ich längs deſſelben hin, nach einem 10 bis 12 Fuſs entfernten Papiere ſah. Die durch die Hitze des Eiſens verdünnte Luft bewirkte bis auf $\frac{3}{4}$ Zoll vom Eiſen eine bemerkbare Strahlenbrechung, ſo daſs ein Buchſtabe, wenn er durch die weiter davon entfernte Luft geſehn wurde, wie gewöhnlich erſchien, indeſs durch die innerhalb dieſer Grenzen befindlichen Luftſchichten ſich ein ſchwaches *umgekehrtes*, und noch näher nach dem Eiſen zu ein ſtärkeres *aufrechtes* Bild deſſelben zeigte; das letztere ſo deutlich als der Gegenſtand ſelbſt, nur etwas kleiner. Fig. 9 dient, dieſe Erſcheinung zu veranſchaulichen, wo das ſchwarze Viereck in der Mitte den Querſchnitt des roth glühenden eiſernen Stabes, und die daſſelbe umgebenden Linien den Querſchnitt der umgebenden Luft, ſo weit ſie die Strahlenbrechung äuſsert, bedeuten. Dieſer iſt unten und zu den Seiten faſt kreisrund; nach oben zu verliert ſich aber die Kreisform in Undulationen, die durch das ſchnelle Anſteigen der verdünnten Luft bewirkt werden. Unten ſieht man das Wort: *poker*, und deſſen doppelte Bilder. — Die gröſste Strahlenbrechung betrug in dieſem Falle etwa $\frac{1}{2}°$.

Verſuch 6. Längs einer roth glühenden 30 Zoll langen Eiſenſtange, war die Strahlenablenkung viel beträchtlicher, und ſtieg bis auf volle $1\frac{1}{4}°$.

Da diese Strahlenbrechung mehr als doppelt so grofs als die gröfste *Horizontal-Refraction der Gestirne* ist, wo doch die Lichtstrahlen aus einem Vacuum in die Atmosphäre treten und wo man deshalb die gröfste atmosphärische Strahlenbrechung erwarten sollte; so scheint es auf den ersten Anblick, die beobachtete Strahlenbrechung könne nicht blofs durch Verschiedenheit in der Temperatur der Luftschichten bewirkt werden. Man darf aber nicht vergessen, dafs, wenn ein Stern uns im Horizonte erscheint, Ein Mahl die Strahlen desselben die obersten Luftschichten unter einem Winkel von mehrern Graden durchschneiden, und dafs sie zweitens nur einmahl durch den Uebergang vom dünnern zum dichtern Mittel hinstreichen. In den Versuchen mit dem glühenden Eisen fallen dagegen die Strahlen erstens wirklich in der Richtung der sich verdünnenden Luftschichten ein; und zweitens werden sie nicht blofs beim Uebergange aus dem dichtern in das dünnere, sondern auch wieder beim Austritte aus dem dünnern in das dichtere Mittel gebrochen; und da diese Brechungen beide einander gleich sind, so wird dadurch die Wirkung verdoppelt.

Obschon eine so stark erhitzte Luftschicht, wie in diesen Versuchen, sowohl ein aufrechtes, als ein verkehrtes Bild von Gegenständen bewirkt, die man durch sie wahrnimmt; so scheint doch die mäfsigere Wärme, welche der Luft von Körpern, die vom *Sonnenscheine* erhitzt sind, mitgetheilt wird, unzureichend zu seyn, um doppelte Bilder zu erzeugen.

Indeſs iſt das *umgekehrte* Bild allein, in der Regel zu ſehn, wenn die Sonne auf eine ſteinerne Mauer, oder auf andere Flächen von dunklerer Farbe ſcheint. Bringt man das Auge faſt in die Richtung der Mauer, und läſst von einem andern 100 bis 120 Fuſs entfernten Menſchen irgend einen Gegenſtand nach der Ebene der Mauer hin bewegen; ſo wird man zugleich ein zweites ähnliches Bild aus der Mauer hertortreten und ſich mit dem Gegenſtande vereinigen ſehn. *) Der geringſte Grad der Verdünnung, der

*) Schon viel früher als Wollaſton bemerkte Gruber dieſe umgekehrten Bilder, an dem Fries eines Hauſes, längs deſſen er aus ſeinem Fenſter nach einem quer vor ſtehenden Gebäude hin ſah, welches, ſo oft die Mauer ſtärker als die umgebende Luft erwärmt war, ſich in dem Fries zu ſpiegeln ſchien. Die Strahlenablenkung in den nach dem Fries zu ſich verdünnenden Luftſchichten ſchätzte er auf 3′. (Gruber's *phyſikal. Abh. über die Strahlenbrechung auf erwärmten Flächen*, in den *Annal. der Phyſik*, III, 377 — 396. Siehe S. 380.) Auch war Gruber der Erſte, der, durch dieſe Beobachtung veranlaſst, Verſuche über die Strahlenbrechung längs einer erhitzten 8 Fuſs langen *Eiſenſtange* anſtellte, die ſchon viel eher wiederhohlt zu werden verdient hätten, und deren intereſſante Reſultate man in den *Annalen*, III, 383 f., nachleſe. Er gab der Eiſenſtange keine gröſsere Hitze als 60° R., und deshalb nahm er nur immer das einzige umgekehrte Bild wahr, nie zwei Bilder, wozu, wie Wollaſton bemerkt, eine viel

zu dieser Erscheinung erfordert wird, ist nicht leicht zu bestimmen. Als ich sie einst an einer Wand wahrnahm, stieg ein Thermometer in Berührung mit der Wand auf 96° Fahrh., und $\frac{3}{4}$ Zoll von der Wand auf 82°. — Eines Morgens, als die Sonne hell schien, fand ich die Strahlenbrechung längs einer 8 Fuss langen, grün angestrichnen, fichtenen Latte, (*bar*,) etwas über 20', während ein Thermometer in Berührung mit der Latte auf 96°, und $\frac{1}{3}$ Zoll von ihr entfernt auf 73° stand. *)

höhere Hitze erfordert wird. — Dieselbe Erscheinung, die Wollaston und Gruber längs einer von der Sonne erwärmten Mauer sahen, habe ich häufig an einem geheitzten Ofen wahrgenommen, der so steht, dass, wenn man das Auge einige Schritt hinter denselben bringt, man längs der Länge des Ofens hin den Fensterrahmen und dessen aus dem Ofen hervortretendes verkehrtes Bild sieht. *d. H.*

*) Versuche über die Gröfse dieser Strahlenbrechung längs einer 8 Fuss langen erwärmten Eisenstange, und wie sie mit der Temperatur allmählig abnimmt, findet man bei Gruber. (*Annalen*, III, 384.) Er nennt sie den Winkel der Sichtbarkeit des Bildes, und dieses scheint sichtbar geblieben zu seyn, einmahl, bis bei einer Lufttemperatur von 11° R. die Eisenstange sich bis auf 16°, ein andermahl, bei — $1\frac{1}{2}$°, bis auf 11° erkältet hatte. Einmahl verschwand das Bild schon, als bei 9° Temp. die Eisenstange bis 30° herabgekommen war. (*Annalen*, III, 387, a.) *d. H.*

Dafs roth glühendes Eifen doppelte Bilder, die Sonnenhitze aber nur Ein Bild erzeugt, erkläre ich mir daraus, dafs wahrfcheinlich bei einer fo intenfiven Hitze, wie im erftern Falle, die Luft bis in einer geringen Weite gleichförmig ausgedehnt wird, und deshalb hier diefelben Erfcheinungen giebt, wie zwei verfchiedne Flüffigkeiten, jede von gleichförmiger Dichtigkeit. Im letztern Falle wird dagegen die Hitze, fo wie fie fich entbindet, fogleich fortgeführt, fo dafs hier kein zweites gleichförmig dichtes Medium ftatt findet, weshalb in der Curve der Dichtigkeiten der hohle Schenkel *rm*, (Fig. 5 und 6,) fehlt, blofs der convexe *md*, und die Erfcheinungen die er bewirkt, vorhanden find.

Es trägt nicht wenig dazu bei, die Wirkungen zu vergröfsern, wenn die erwärmte Fläche *fenkrecht* fteht. Denn da alsdann die erwärmte Luft längs der Fläche aufteigt, fo vermifcht fie fich nicht fo leicht mit der nächften dichtern Luftfchicht; innerhalb eines Abftandes von $\frac{1}{4}$ Zoll finden daher fehr verfchiedne Grade von Dichtigkeit ftatt, und zugleich mit den Incrementen der Dichtigkeit ift dann die Ablenkung der Strahlen weit beträchtlicher. Ift dagegen die erwärmte Fläche *horizontal*, fo findet, wegen des Anfteigens der warmen Luft in die darüber ftehende dichtere, keine fo fchnelle Veränderung der Dichtigkeiten, mithin auch keine fo ftarke Refraction ftatt; und zu einer Strahlenablenkung von gleicher Gröfse wird dann eine

erwärmte Fläche von einer viel gröfsern Ausdehnung erfordert.

Indeſſen ſieht man doch häufig, wenn die Sonne ſcheint, auf *groſſen Ebenen* eine Art umgekehrter Bilder, nur daſs dieſe ſelten gut begrenzt ſind, auſser auf recht ebnen Flächen. Eine der vortheilhafteſten Lagen, dieſe umgekehrten Bilder zu ſehn, iſt auf offner, ebener Landſtraſse, wenn ein kleiner Wind quer hinüber ſtreicht. Durch einen ſolchen Luftzug wird eine kalte Luftſchicht mit der erwärmten Fläche nahe in Berührung gebracht; und da die Strahlenablenkung auf den Incrementen der Dichtigkeiten, mithin auf einer groſsen Verſchiedenheit derſelben in einem kleinen Raume beruht, ſo wird ein ſehr gelinder Wind die umgekehrten Bilder bemerkbarer machen. Ein ſtarker Wind dagegen erniedrigt die Temperatur der Ebene, und macht, daſs die erwärmte Luftſchicht nicht dick genug iſt, daſs ſich dadurch etwas in der Ferne wahrnehmen lieſse.*)

*) Auch Gruber nahm in ſeinen Verſuchen mit der erwärmten Eiſenſtange eine plötzliche Vergröſserung der Strahlenbrechung wahr, (wie es ſcheint um $\frac{1}{7}$ derſelben,) wenn er einen Luftzug bewirkte, (*Annalen*. III, 384, 385;) und ſah bei einem ſanften Winde das Bild am Frieſe des Hauſes ſich erweitern, (III, 383.) Den Einfluſs des Luftzugs auf dieſe durch Erwärmung bewirkte Strahlenablenkung erklärter indeſs nicht richtig, (III, 395.) Ungeachtet Büſch noch weiter von der richtigen Einſicht in den wahren Grund die-

Als ich einſt eine Brechung von ungefähr 9′ auf der Entfernung von $\frac{1}{3}$ engl. Meile wahrnahm, ſtand ein Thermometer im Sande auf 101°, 4 Zoll darüber auf 82°, und 1 Fuſs über der Erde auf 76°. *)

ſer Phänomene entfernt war, ſo faſste er doch auch ſchon aus ſeinen Wahrnehmungen den Umſtand auf, daſs ſie vorzüglich *an etwas windigen Tagen* zu ſehn ſind. (*Annalen der Phyſik*, III, 290.) *d. H.*

*) In den vorigen Bänden der Annalen findet man eine Menge von Beiſpielen ſolcher Erſcheinungen von Gegenſtänden, die, längs einer *groſsen Ebene* geſehn, ſich mit einem *umgekehrten Bilde* nach der erwärmten Ebene zu, zugleich mit dem verkehrten Bilde des ſie umgebenden Himmels zeigten, und daher hinter einer Waſſerfläche, in der ſie ſich ſpiegelten, zu liegen ſchienen. Die merkwürdigſten ſind: der von Büſch, (*Annalen der Phyſik*, III, 294,) beſchriebne und daſelbſt Taf. IV, Fig. 3, abgebildete Anblick von Ottersberg unweit Bremen, die Beobachtungen Gruber's auf den Ebenen im Bannat, (*Annalen*, III, 378, 388,) und das von Monge, (*Annalen*, III, 303,) geſchilderte Phänomen, welches die franzöſiſche Armee in Aegypten bei ihrem Marſche durch die Wüſte von Alexandrien nach Kairo überraſchte, wo ihr jedes entfernte Dorf auf einer Inſel mitten in einem See zu liegen ſchien, der ſich verkleinerte, je näher man kam, und endlich ganz verſchwand. Auch gehört Huddart's erſte Beobachtung auf einer Sandfläche, (*Annalen*, III, 259,) und die *eben daſ.*, 270, a, erwähnten

Wasserflächen begünstigen zwar durch ihre völlige Ebenheit das Entstehn dieser Erscheinung; da

Phänomene hierher. Keiner jener Beobachter hat indefs, wie Wollaston, dabei die Temperatur der Erde und der Luft gemessen.

In einem Aufsatze, den Büsch kurz vor seinem Tode in die *Allg. geogr. Ephemeriden von* Bertuch und Gaspari, Juli 1800, gegen die gar sonderbaren, in dieser Zeitschrift bekannt gemachten Beschreibungen und Erklärungen der *Fata Morgana* einrücken liefs, und worin er sich beiläufig bitter darüber beklagt, dafs niemand von seinen Beobachtungen Notiz genommen, ob er gleich seine lateinische Abhandlung, (*Annalen*, III, 290,) 12 Akademien der Wissenschaften dedicirt, und ihnen 100 Exemplare davon überschickt habe, trägt er zu dieser Abhandlung noch folgende hierher gehörige, besonders belehrende Bebachtung nach. „Der Weg von Hamburg nach Kiel führt über die grofse *Harksheide*, eine fast vollkommne, dritthalb Meilen weite, trockne Ebene, an deren Rande sich rund umher ¼ bis ½ Stunden von einander entfernte Bauerwohnungen und Gebüsch ziemlich deutlich zeigen. Ueber diese fuhr ich am 3ten Juni 1790. Der Tag war äufserst heiter, und noch um 9 Uhr, als wir auf die Heide gelangten, sommerwarm. Rund um die Heide her zeigte sich das Phänomen auf etwa 1 Meile von unserm Auge: nämlich eine Menge von Gewässern in dieser wasserlosen Gegend. Ich liefs den Wagen halten; wir standen auf, wodurch sich unser Augenpunkt etwa um 1½ Fufs erhöhen mochte, und in dieser Lage waren alle

aber die Sonne einen so durchsichtigen Körper nur wenig erwärmen kann, so wird eine weit gröfsere

scheinbaren Gewäffer verschwunden, welches mir nichts neues war, meinen Begleitern aber ein Wunder dünkte. Bald darauf erhob sich ein scharfer Nord-Westwind, doch ohne die Heiterkeit der Luft im geringsten zu schwächen, und nun ward es so kalt, dafs wir an unsern Ueberröcken und Mänteln nicht genug hatten. Nach meiner Empfindung konnte die Luftwärme höchstens 8° R. betragen. Käme es auf diese bei dem Phänomene an, so hätte es doch sich um 12 Uhr anders als früher zeigen müssen; das geschah aber nicht." (Dafs gerade dieser kalte Wind, der über die zuvor erwärmte Erdfläche hinfuhr, der vortheilhafteste Umstand für das Phänomen sey, erhellt aus dem zuvor Gesagten; da Büsch keinen Tubus brauchte, konnte er seine Nüancen in der Spieglung nicht wahrnehmen, sonst würde er sie wahrscheinlich so gut wie alle Beobachter, welche die Spieglung durch Fernröhre betrachteten, bemerkt haben.) „Da eine Erhöhung des Auges das Phänomen kann verschwinden machen, so habe ich an mancher Beobachtung Zweifel, welche man aus einer beträchtlichen Höhe will gemacht haben. Ich selbst habe es nie in einer gröfsern Höhe über der Wasserfläche, als etwa 15 Fufs gesehn; dies war bei *Jönköping* in Schweden." (*Annalen*, III, 299.) Das Auge darf nämlich, wie sich aus Fig. 6 leicht absehn läfst, nicht beträchtlich oberhalb der Uebergangsschichten liegen, zu denen die Curve der Dichtigkeiten gehört, sonst erhält es nicht

Wasserfläche erfordert, wenn verkehrte Bilder darüber sollen wahrnehmbar werden. — Dergleichen

die in diesen Schichten abgelenkten Strahlen. Der Temperatur-Unterschied und die Entfernung des Gegenstandes bestimmen die Grenze der Höhe. Dieses ist wahrscheinlich auch ein Grund, warum Herr Woltmann von seinem 15 Fuss hohen Beobachtungsorte keine Spieglung an der Landseite wahrnahm. (*Annalen*, III, 436.)

Ein franz. Ingenieur Gorsse giebt von dieser Erscheinung, wie er sie in der *Crau*, einer weiten, mit Geröll und Kieseln bedeckten Ebene in der ehemahligen Provence wahrnahm, in einem Briefe an Monge, (*Annales de Chimie*, tom. 39, p. 211—216,) folgende Beschreibung: Sie fängt mit einem scheinbaren *Wellen der Luft* an, welches er, (wie auch Monge,) fälschlich für eine Bewegung der Luft selbst hält, (vergleiche *Annalen*, III, Regist.) Es schien ihm ungefähr 150 Mètres von seinem Standpunkte entfernt, und verbreitete sich allmählig über einen sehr grossen Raum, worauf man in einem noch viel grössern Raume eine weisse oder blaue seeähnliche Fläche erblickt, in der die Gegenstände am Horizonte sich spiegeln. „Am 17ten Germinal Morgens um 5 Uhr war der Himmel schön und heiter; ringsumher sah man den Horizont, und die ganze Crau erschien als eine röthlich-braune Ebene. Um 7 Uhr fing das Wellen in Süd-Westen, als der Gegend an, wo der Horizont am weitesten ist. Um 8 Uhr schien dieser Theil mit Wasser bedeckt, und im nord-westlichen wellte die Luft sehr merklich, indem sie sich in der Stärke des Wel-

sah ich einmahl an einem hellen Morgen bei stiller See zu Bognor, wo sich die ganze Küste des sechs

lens nach einem kleinen *Winde* richtete. Um 9 Uhr schien fast die ganze Crau ein See zu seyn; doch gab es mehrere Stellen der Ebene, die ein bloßes Wellen der Luft zeigten. Die Entfernung der nächsten Stellen der scheinbaren See schätzte Gorffe auf 1600 Mètres; doch hängt sie so gänzlich von der Höhe des Auges ab, daß, da er auf einen Ziehbrunnen stieg, eine Hütte, die zuvor in dem See zu stehn schien, nun diesseits desselben lag, und der See sich ihr näherte, wenn er sich bückte. Bei jedem Decimètre, um den er sich erhob, änderte sich auch die Gestalt des Körpers, der in dem Wasser stand, merklich. Die blaue Fläche gleicht so völlig einer Wasserfläche, daß, selbst wenn man weiß, daß sie nur eine optische Täuschung ist, man doch nicht umhin kann, sie für Wasser zu halten. In der Tiefe ist die Erscheinung merklicher als an erhabnen Stellen."

Monge's Abhandlung, von der in den *Annalen*, III, 303, nur eine kurze Nachricht mitgetheilt wurde, ist seitdem in den *Mémoires sur l'Egypte* im Drucke erschienen; auch aus ihr noch einiges nachzutragen, ist der Mühe werth. „Ganz *Unterägypten* ist eine fast horizontale Ebene, auf der einige kleine natürliche und künstliche Hügel, doch nach der Wüste sparsamer als nach dem Delta zu, zerstreut liegen. Auf diesen Hügeln hat man wegen der Ueberschwemmung die Dörfer gebaut, die, von Datteln und Feigenbäumen umringt, durch ihre dunkeln Umrisse

engl. Meilen entfernten Selsea Bill, durch ein kleines Fernrohr mit 16facher Vergröſserung, von

auf dem sehr heitern Himmel von weitem her ins Auge fallen. Abends und Morgens hat ihre Anſicht nichts Ungewöhnliches. Sobald aber der Boden nach Aufgang der Sonne, bis auf einen gewiſſen Grad erwärmt iſt, zeigt ſich auf der Ebene, etwa 1 fr. Meile vom Beobachter ab, bis an den Horizont, ringsumher eine allgemeine Ueberſchwemmung, und dies dauert, bis ſich die Erde gegen Abend wieder abgekühlt hat. Die über 1 franz. Meile entfernten Dörfer ſehn dann wie Inſeln aus, die in einem groſsen See zerſtreut liegen, und ſich darin *herabwärts ſpiegeln.* Freilich ſieht man in dieſer groſsen Entfernung nur die Maſſen des Bildes ohne die kleinern Theile, und der Umriſs iſt unbeſtimmt, wie in unruhigem Waſſer. So wie man ſich indeſs einem ſolchen Dorfe nähert, entfernt ſich das ſcheinbare Ufer; der Waſſerſpiegel dieſſeits des Dorfs wird immer ſchmäler und verſchwindet endlich ganz, indeſs er bei den dahinterliegenden Dörfern nach wie vor bleibt; eine in einer waſſerloſen Wüſte, wo man vom Durſte gepeinigt wird, wahrlich marternde Täuſchung. — Weil die Luft durchſichtig iſt, d. h. den Lichtſtrahlen einen leichten Durchgang verſtattet, kann ſie durch die unmittelbare Wirkung der Sonne nicht merklich erwärmt werden; nur wenn ein dürrer Boden, der ein ſchlechter Wärmeleiter iſt, die Sonnenſtrahlen auffängt, und dadurch an der Oberfläche ſtark erhitzt wird, nimmt die untere Luftſchicht in der Berührung mit ihm eine hohe Temperatur an, dehnt

einem Ende zum andern umgekehrt zeigte, und beſonders der untere Theil eines ſteinernen Hauſes

ſich dadurch aus, und ſchwimmt in der dichtern kältern Atmoſphäre in die Höhe. Ihre Stelle nimmt die nächſt höhere Luftſchicht ein, die herabſinkt, indem jene ſteigt, um wieder eben ſo anzuſteigen. Daraus entſteht ein beſtändiges Aufſtrömen der erwärmten, und Herabſinken der kältern Luft, welches dem Auge durch das ſtreifige *wallende* Anſehn entfernter Gegenſtände ſichtbar wird, (vergleiche *Annalen*, III.) In Europa ſehn wir das ſeltner, und der Luftſtreifen iſt nicht ſo ſchnell, als in den heiſsern und trocknen afrikaniſchen Wüſten. — Während der heiſsen Tageszeit iſt daher die Luftſchicht unmittelbar über dem Boden beträchtlich dünner als die darüber befindlichen. Die Strahlen, welche von den niedrigern hell erleuchteten Theilen des Himmels kommen, fallen auf die dichteſte Schicht unter ſo kleinen Winkeln auf, daſs ſie ſie nicht mehr verlaſſen können, und werden nach oben abgelenkt, ungefähr ſo, als wäre die Oberfläche der untern Luftſchicht ein Spiegel, und ſie bewirken daher im Auge, das ſich in den dichtern Luftſchichten befindet, ein *umgekehrtes Bild* des niedrigern Theils *des Himmels*, welches ſich an der Stelle der entferntern Erdebene unterhalb des eigentlichen Horizonts zeigt. Da es faſt dieſelbe Klarheit als der wahre Himmel hat, ſo glaubt man, wo ſonſt keine Gegenſtände vorhanden ſind die dieſes verhindern, den wirklichen Himmel zu ſehn, und der Horizont ſcheint uns tiefer und näher; weshalb auf der See dadurch die ge-

an der Küste so deutlich als das Haus selbst zu sehn war. Ich schätzte damahls die Gröfse der Strahlen-

messenen Sonnenhöhen zu grofs werden. Wo aber irdische Gegenstände, wie Dörfer, Bäume oder kleine Erhöhungen, diese Täuschung stören, und uns überführen, dafs die wirkliche Grenze des Horizonts entfernter ist, glauben wir eine Wasserfläche vor uns zu haben, um so mehr, da eine Wasserfläche unter einem kleinen Winkel gesehn uns gewöhnlich nichts als das reflectirte Bild des Himmels wahrnehmen läfst. Die entfernten Gegenstände fangen einen Theil jener Lichtstrahlen, die von den niedrigen Theilen des Himmels kommen, auf, und verursachen dadurch im umgekehrten Bilde des Himmels Lücken, welche gerade die Gestalt der umgekehrten Bilder dieser Gegenstände haben müssen, und wegen der Veränderlichkeit der ablenkenden Fläche undeutlich begrenzt sind, und schwankende Ränder haben, als würden sie von einer etwas bewegten Wasserfläche reflectirt. Fangen Gebirge die Lichtstrahlen auf, die von den niedrigsten Theilen des Himmels, so weit sie reflectirt werden, kommen, so kann das Phänomen nicht statt haben. Dies war z. B. im Thale von *Suez* der Fall, wo auch in der heifsesten Tageszeit keine Spieglung des Himmels, und nirgends das Bild einer Ueberschwemmung zu sehn war, wogegen aber an den weit entlegnen irdischen Gegenständen, welche den niedrigsten Theil des Himmels verdeckten, eine ähnliche, nur wegen ihrer dunklern Farbe minder auffallende Spieglung sich zeigte.“ Sowohl die Beschreibung als die Erklärung Monge's

lenbrechung auf ungefähr 2 Minuten. Wenige Tage vorher hatte ich ähnliche Erſcheinungen auf der Inſel Wight, nach verſchiednen Richtungen hin geſehn, ſo daſs jener Zuſtand der Atmoſphäre gar nicht ſelten zu ſeyn ſcheint. Doch verſäumte ich damahls, die Gröſse der Strahlenbrechung zu ſchätzen. *)

ge's ſtimmt, wie man ſieht, aufs beſte mit der hier entwickelten Theorie zuſammen, nur daſs die Vergleichung der Luftſchicht gröſster Dichtigkeit mit einem Spiegel nicht ganz glücklich iſt, weil er, wenn man dabei bleiben wollte, die Sache nur verwirren würde. Liegt der Gegenſtand nicht weit genug vom Auge ab, (nicht hinter dem ſogenannten Focus *c*, Fig. 6,) ſo werden die ſich durchkreuzenden Strahlen nicht im Auge vereinigt; es findet alſo keine Spieglung herabwärts ſtatt. Das iſt der Grund, warum der Anfang der Spieglung des Himmels immer nur in einer beſtimmten, und zwar auf einerlei Entfernung vom Beobachter blieb, und die ſcheinbare See gerade ſo zurückwich, wie der Beobachter fortging.

d. H.

*) Hierher gehören faſt alle von Büſch auf ſeinen Reiſen wahrgenommnen, und in den *Annalen*, III, 290—301, beſchriebnen Erſcheinungen, die ſich an Gegenſtänden, welche jenſeits groſser Waſſerflächen lagen, (und ſo ſelbſt am *Monde*,) zeigten. Die merkwürdigſten ſind daſelbſt *Taf.* III, *Fig.* 2 und 4—7, abgebildet, und verdienen dort nachgeſehn zu werden. In Fig. 5 ſchätzte Büſch den ſcheinbaren Abſtand des Fulſes der 3 Meilen

In dem ersten von Huddart beschriebnen

entfernten Insel *Sproe* über den Horizont der See auf 3′. — Auch die wichtigen Beobachtungen des Hrn. Wasserbau-Directors Woltmann zu Ritzebüttel, über die Hebung, Senkung und Spiegelung der Gegenstände, die man in den *Annalen*, III, 397—438, vollständig findet, wurden an einem Hause angestellt, von welchem die Lichtstrahlen 2½ geogr. Meile weit längs des Wasserspiegels der Elbe hinstrichen, um in das Beobachtungs-Fernrohr zu kommen. Seine sehr genaue Beschreibung des Phänomens verdient *das.*, 398, 404, nachgelesen und die Abbildung derselben, Taf. VII, Fig. 2, verglichen zu werden. Die umgekehrten Bilder sind nach ihm sehr wandelbar; sie werden bald gröfser, bald kleiner, bald in Stücken getrennt, und sind manchmahl in steter Bewegung, *das.*, 431; auch Huddart schätzte während einer Beobachtung, die er 1 Stunde lang an einem Schiffe fortsetzte, das Bild bald ¾, bald ganz so grofs als das Schiff, (*Annalen*, III, 262:) eine Verschiedenheit, die auf der gröfsern Entfernung des Gegenstandes, auf dem stärkern Brechungsvermögen, und auf der schnellern Dichtigkeits-Veränderung der untern Luftschichten beruht, (S. 4 u. 12,) und daher nicht überraschen kann. Nimmt man den scheinbaren Abstand des tiefsten Punktes des umgekehrten Bildes unter dem höchsten des aufrechten Gegenstandes, (dessen Bild jener Punkt ist,) für die Gröfse der Strahlenbrechung, so hätte diese in dem von Woltmann, (*das.*, S. 405,) berechneten Falle 6′ 3″ betragen; so scheint sie aber Wollaston, nach

Falle, als er ein 8 englische Meilen entferntes

der berechneten Angabe Huddart's zu schliessen, nicht zu verstehn. Nimmt man dafür blos die scheinbare Gröfse der Umkehrung, so war sie etwa nur 2' 1"; diese indefs für die Gröfse der Strahlenbrechung zu nehmen, würde höchst willkührlich seyn. In der That läfst sie sich nur durch ähnliche Beobachtungen, wie die des Hrn. Woltmann, bestimmen, daher diese hierin die einzigen brauchbaren sind.

Herr Woltmann schlug bei Ritzebüttel zwei starke Pfähle ein, 1071 hamb. Fufs von einander entfernt, so dafs am Tage der Einrichtung des Apparats die Gesichtslinie durch die obere Fläche beider Pfähle, an den Firft eines am Elbufer stehenden Hauses traf. Dieses war 63716 hamb. Fufs vom ersten Pfahle entfernt, und befand sich mit seinem Firfte ziemlich genau in der Horizontalebene durch den Kopf des ersten Pfahls, indefs die Ebene durch die Köpfe beider Pfähle mit dieser Horizontalebene einen Winkel von — 2' 37" machte, daher der Firft damahls durch die Strahlenbrechung um so viel *erniedrigt* wurde. (*Annalen*, III, 410, 413.) Eine gerade Linie durch die Köpfe beider Pfähle ging nach dem Hause ganz über Wasser, und näherte sich der Wasserfläche bis auf 9 Fufs. Herr Woltmann beobachtete ein Jahr lang täglich Morgens, Mittags und Abends die Erscheinung des Firftes, und bemerkte, um wie viel Zoll das Fernrohr am ersten Pfahle herauf- oder herabzuschrauben war, damit immer der Kopf des 1ten Pfahls und der Firft sich deckten. Dadurch be-

Schiff mit umgekehrtem Bilde darunter erblickte,

kam er die *absoluten Depreſſionen* oder *Erniedrigungen* und die *absoluten Erhebungen* des Hauſes, und mithin die Variationen der irdiſchen horizontalen Strahlenbrechung. Zugleich wurde die Witterung, und ob das Haus ſich mit einem umgekehrten Bilde darunter oder darüber zeigte, bemerkt; gewiſs der einzige Weg zu ſichern und brauchbaren Beobachtungen. Man findet ſie in den *Annalen*, III, 415 und 423, mitgetheilt.

Ist eine Erd- oder Waſſerfläche wärmer als die Luft, ſo wird, da die erwärmten Luſttheilchen in den andern in die Höhe ſchwimmen, die ganze unterſte Luftregion dadurch erwärmt, folglich ihr Brechungsvermögen geſchwächt, und Gegenſtände im Horizonte müſſen *minder erhoben* als ſonſt erſcheinen. Werden die unterſten Luftſchichten beträchtlich erwärmt, ſo können ſie von der Erdfläche ab, bis auf eine gewiſſe Höhe in Dichtigkeit und Brechungsvermögen abnehmen; und dann findet *unter dieſer Schicht der gröſsten Dichtigkeiten* eine entgegengeſetzte Strahlenbrechung als die gewöhnliche ſtatt, durch welche Gegenſtände nahe am Horizonte, ſelbſt unterhalb der Horizontalebene, *deprimirt* oder *erniedrigt* werden können. Da dann aber der Fall einer merklichen partiellen Erwärmung in einer Flüſſigkeit eintritt; ſo müſſen ſich zugleich auch *umgekehrte* Bilder nach der erwärmten Schicht, alſo *unter* den Gegenſtänden, einſtellen, (S. 20,) und daher muſs eine *Spieglung herabwärts* die nothwendige Begleiterin *abſoluter Erniedrigungen* der Gegenſtände am Horizonte ſeyn. Und umgekehrt können

scheint die Strahlenbrechung 3′ betragen zu ha-

Spieglungen herabwärts, da sie stets ein vermindertes Brechungsvermögen der untersten Luftschichten voraussetzen, nicht ohne absolute Erniedrigung der Gegenstände am Horizonte statt finden. (Ich sage *absolute*; denn da bei der Spieglung herabwärts, das verkehrte Bild des Himmels vor die Erdfläche tritt, und dadurch den scheinbaren Horizont ebenfalls erniedrigt, so kann, in Beziehung auf ihn, eine absolute Depression eine Erhebung *scheinen*, wie das nach Woltmann's Bericht, (*Annalen*, III, 433,) mehrentheils der Fall seyn soll, woher auch die Namen rühren, unter denen das Phänomen in Holland, *Opduining*, und Niedersachsen, *Updracht*, *Kimmung*, bekannt ist.) Mit diesen Folgerungen aus Wollaston's Theorie stimmen überhaupt die Beobachtungen Woltmann's aufs beste überein. Nicht nur zeigten sich ihm häufig wahre *Depressionen* des Firstes *unter der Horizontalebene* des Beobachtungsortes, (gleich die erste Beobachtung, als die Pfähle eingeschlagen wurden, war eine solche, und es kamen selbst im Januar solche Depressionen von 2′ 37″ + 64″, im Mai von 2′ 37″ + 88″ vor,) sondern es ergab sich auch aus diesen Beobachtungen, gegen 600 an der Zahl, „*dass bei keiner Hebung eine Spieglung herabwärts statt fand*, dagegen *bei jeder Spieglung herabwärts eine wahre Depression des Firstes* unter der Horizontalebene, und umgekehrt.“ Am häufigsten waren die Spieglungen herabwärts in den Sommermonaten; doch fehlten sie auch nicht im Winter, wo die Erde wärmer als die Luft ist. Aus Beobachtungen,

ben. *) Ueberhaupt möchte ich alle von Huddart aufgezeichnete Erſcheinungen lediglich aus der Verſchiedenheit der Temperatur erklären. Er äuſsert zwar die Vermuthung, daſs vielleicht die *Verdünſtung* dazu beigetragen habe, das Brechungsvermögen der untern Luftſchichten zu ſchwächen; **) allein aus

die täglich dreimahl während des Septembers und Octobers über die Temperatur des Elbwaſſers und der Luft nahe über der Waſſerfläche angeſtellt wurden, ergab ſich: „daſs, ſo oft das Waſſer um 2° Fahrh. oder mehr *wärmer* als die Luft war, eine *Depreſſion* der Gegenſtände, die man über die Waſſerfläche fort ſah, zugleich mit einer *Spieglung herabwärts* ſtatt fand; war dagegen das Waſſer um 2° F. kälter, *Hebung*, nie aber eine Spieglung herabwärts." Dieſe Regel litt während der ganzen Zeit, bei mehr als 150 Beobachtungen, keine einzige Ausnahme, und ſelbſt, wenn man 1° ſtatt 2° ſetzt, nur einige wenige. (*Annalen*, III, 434.) *d. H.*

*) Vergl. *Annalen der Phyſik*, III, 261, und Taf. III, Fig. 2. Das Schiff war $1\frac{1}{2}$ geogr. Meilen entfernt, 35 Fuſs hoch über der Waſſerfläche, und das umgekehrte Bild ſchien bald $\frac{2}{3}$, bald ganz ſo groſs als das Schiff. Mithin war der Geſichtswinkel des verkehrten Schiffs ungefähr $\frac{70}{10800} \cdot 58 \cdot 60$, das iſt, $4\frac{2}{3}$ oder 3 Minuten. *d. H.*

**) *Annalen*, III, 258, 260. Daſſelbe ſchien Nicholſon zu vermuthen, *Annalen*, III, 307, und behauptet Gruber, *Ann.*, III, 440, ausdrücklich. Dieſen Irrthum widerlegt; die ganz entgegengeſetzten Wirkungen der *Verdünſtung* und der *Wärme*

dem folgenden Verſuche erhellt, daſs dieſe gerade von entgegengeſetzter Wirkung ſey.

Verſuch 7. Auf eine Glasplatte, längs der ich nach einer Linie an der entgegengeſetzten Mauer hinſah, goſs ich ein wenig *Aether*. Augenblicklich erſchien die Linie um mehrere Minuten, ja mitunter über $\frac{1}{2}^{\circ}$ erhoben. Da der Aether die flüchtigſte, und in der Luft am leichteſten auflösliche, unter allen Flüſſigkeiten iſt, ſo hat er hierbei die gröſste

auf die irdiſche Strahlenbrechung unbezweifelt dargethan; und die Erſcheinungen durch ungewöhnliche Refractionen, welche der einen, und die, welche der andern zuzuſchreiben ſind, gehörig nachgewieſen zu haben; iſt ein Verdienſt, welches ſich Wollaſton zuerſt erworben hat. — Zwar dachte auch ſchon Gruber in ſeinen Verſuchen an den Einfluſs der Verdünſtung auf die Strahlenbrechung, verſah es aber darin, daſs er ihn an einer erwärmten Eiſenſtange darſtellen wollte, wo die Wirkung der Wärme die der Verdünſtung aufhebt, (*Annalen*, III, 388,) und das iſt wahrſcheinlich der Grund, warum er den Waſſerdünſten allen andern Einfluſs auf die Strahlenbrechung, als daſs ſie der wärmern Luft mehr Ausdehnung und Spannung geben, abſpricht. (*Annalen*, III, 440.) Auch *electriſirte* Gruber eine iſolirte Eiſenſtange, während ſie ſich von 42° bis 10° Wärme abkühlte, nahm aber dadurch keine Veränderung in der Spieglung eines Gegenſtandes wahr, ſo daſs Electricität höchſtens einen mittelbaren Einfluſs auf die terreſtriſche Strahlenbrechung haben kann. *d. H.*

Wirkung, da die durchs Verdünsten erzeugte Kälte zugleich mit dem aufgelöften Aether zur Vergröfserung des Brechungsvermögens mitwirkt.

Verfuch 8. Aus demfelben Grunde mufs auch rectificirter *Weingeift*, beim Verdünften, das Brechungsvermögen der Luft beträchtlich erhöhen. Als ich ein 5 Fufs langes Brett mit Alkohol befeuchtet hatte, und darüber hinfah, zeigten fich die Gegenftände in der That ziemlich erhöht, und die Strahlenbrechung ftieg auf 15′.

Verfuch 9. Wurde *Waffer* ftatt des Weingeiftes zum Anfeuchten diefes Bretts genommen, fo war die Wirkung kaum fichtbar. Doch als ich ein 10 Fufs langes Brett nahm, und längs deffelben nach einem weiter entfernten leuchtenden Punkte hinfah, zeigte fich eine nicht zu verkennende Strahlenablenkung, durch die der leuchtende Punkt etwas über 3′ erhoben wurde.

Als ich zu beiden Seiten der Fläche, die mit einer der vorigen Flüffigkeiten genäfst war, Bretter fenkrecht fetzte, und fo die feuchte Luft einfchlofs, fand ich die Strahlenbrechung in allen Fällen fehr verringert, und beim Waffer ganz unmerkbar; fobald aber die Bretter fortgenommen wurden, fo dafs die Luft frei über die naffe Fläche hinftreichen konnte, trat wieder die volle Wirkung ein. Hiervon fcheint der Grund darin zu liegen, dafs eine fchnellere Verdünftung mehr Kälte bewirkt, und der Luftzug einen gröfsern Unterfchied an Dichtigkeit in den benachbarten Luftfchichten veranlafst.

Aus dem Zuſtande einer ſchnellen Verdünſtung laſſen ſich hiernach alle Umſtände der von Latham beſchriebnen wunderbaren Erhebung der franzöſiſchen Küſte, wie ſie von Haſtings aus geſehn wurde, vollſtändig erklären. *)

*) Nachricht von einer merkwürdigen atmoſphäriſchen Refraction, von Will. Latham in den *Annalen der Phyſik*, IV, 142 — 147. Daſs das Brechungsvermögen der Luft nahe über verdünſtenden Flächen erhöht wird, und zwar um ſo mehr, je ſchneller die Verdünſtung vor ſich geht, beweiſen die eben erwähnten Verſuche Wollaſton's; und daſs dieſe Wirkung zunächſt an der verdünſtenden Fläche am gröſsten ſeyn, und bei Entfernung von derſelben immer abnehmen muſs, fällt in die Augen. Denn nur in der Berührung mit der Fläche geht die Verdünſtung vor ſich, die elaſtiſchere feuchte Luft dehnt ſich darauf aus, oder ſchwimmt in der dichtern trocknen Luft allmählig in die Höhe, und nur dadurch wird das Brechungsvermögen der Luft auch weiterhin erhöht, aber immer weniger, je dünner ſie ſelbſt wird. Strahlen, die horizontal durch dieſe Luftſchichten hindurchgehn, werden daher ſtärker nach unten als gewöhnlich abgelenkt, und an entlegnen Gegenſtänden am Horizonte muſs ſich eine *wahre Hebung* über die Horizontalebene zeigen. In der That bemerkte Herr Woltmann bei ſeinen Beobachtungen dergleichen wahre und ziemlich beträchtliche Hebungen häufig. (*Annalen*, III, 415.)

In einem brechenden, ſchichtenweiſe ſich verdünnenden Mittel iſt die Ablenkung von Strah-

Auch ist es wahrscheinlich dieser nämlichen Ursach zuzuschreiben, wenn manchmahl *Gegenstände*

len, die in der Richtung der Schichten hinstreichen, desto gröfser, je weiter die Strahlen durch diese Luftschichten gehn, (S. 17.) Man denke sich daher verschiedne Punkte *A*, *B*, *C*, Fig. 10, in einer verdünstenden Horizontalebene, und das Auge nicht weit über derselben in *O*, so werden die Lichtstrahlen, die von *A*, *B*, *C* ins Auge kommen, insgesammt aufwärts gekrümmt, und zwar desto stärker, je weiter die Punkte abliegen. Daher liegen die Tangenten der Curven *AO*, *BO*, *CO* im Punkte *O* immer höher, je weiter die Punkte entfernt sind; und da wir die Gegenstände selbst in diese Tangenten nach α, β, γ versetzen, so wird der *scheinbare* Abstand der entferntern von der Horizontalebene immer gröfser, und die gerade Linie *AC* erscheint wie $\alpha\gamma$; als wäre sie vom Auge aufwärts gekrümmt. — Auch von diesem Phänomen kommen in den frühern Bänden der Annalen interessante Beispiele vor. Eine Reihe von 30 Pfählen, jeder 100 Fuss vom andern, die Dalby an einem Nachmittage so eingeschlagen hatte, dass ihre Köpfe alle im Nivellir-Fernrohre in gerader Linie lagen, erschien am andern Morgen, nach einem ungewöhnlich starken Thaue, und als die Sonne hell schien, (mithin bei einer starken und schnellen Verdünstung,) in demselben Fernrohre, in Gestalt einer nach oben zu hohlen, und vom Auge abwärts ansteigenden krummen Linie; so bald aber die Verdünstung vorbei war, zeigten sie sich wieder in gerader Linie. (*Annalen*, III, 276, a.)

sichtbar werden, die so weit entlegen sind, dass die Krümmung der Erde die Gesichtsstrahlen von ihnen

Es stehe auf der ausdünstenden Ebene ein Gegenstand *CG* am Ende derselben, und ein näherer *BF*. Hätten die Luftschichten, durch welche der Strahl *GO*, der vom obersten, und die, durch welche der Strahl *CO*, der vom untersten Punkte eines solchen Gegenstandes ins Auge kömmt, hinstreichen, *einerlei* Brechungsvermögen, so würde zwar in der Gestalt und scheinbaren Grösse desselben, durch diese Brechung nichts geändert werden, wohl aber darin, dass, wegen der scheinbaren Krümmung der Ebene, *cOb* grösser als *COB*, und daher *cOf* kleiner als *COF* scheinen würde. Denkt man sich daher statt der Ebene *AC* eine ausdünstende Erd- oder Wasserfläche, die man bis am scheinbaren Horizonte *C* übersieht; so wird ein hinter diesem hervorragender Gegenstand *CG*, *cg* nach wie vor gleich hoch über dem scheinbaren Horizonte erhaben bleiben, indess ein näherer Gegenstand *BF* durch diese Brechung minder als zuvor über dem scheinbaren, hinter ihm erhabnen Horizonte *C* hervorragt, und deshalb niedriger als sonst scheinen wird. Sind die Gegenstände von einer bedeutenden Grösse, als: Häuser, Thürme, Klippen, so ist das Brechungsvermögen der Schichten, durch welche die Strahlen vom obersten und vom untersten Punkte nach dem Auge hinfahren, allerdings merkbar verschieden, und zwar, wenn *Verdünstung allein* im Spiele ist, so haben die obern Schichten ein kleineres Brechungsvermögen als die untern. Dann wird der Strahl *GO*

auffangen müſste. Steigt die Strahlenbrechung über jede engl. Meile, über welche der Lichtſtrahl hin-

weniger als der Strahl *CO* abgelenkt, mithin der oberſte Punkt *g* minder als der unterſte *c* gehoben, und dadurch das ganze Bild etwas zuſammengedrückt; je weiter nach oben, deſto mehr. Und ſo verhält es ſich in der That, nach Woltmann's Beobachtungen. „Bei auſserordentlichen Hebungen," ſagt er, (*Ann.*, III, 433,) „ſcheinen die Gegenſtände ſehr *niedrig* zu ſeyn, und kaum etwas über dem Horizonte, der ſelbſt ſehr erhoben iſt, hervor zu ſtehn, obſchon ſie in der That auſserordentlich erhoben ſind. Manchmahl ſcheinen die *untern* Theile verhältniſsmäſsig mehr als die *höhern* gehoben zu werden, da denn der Gegenſtand *niedergedrückt* erſcheint." — Wäre es möglich, daſs, ungeachtet der Verdünſtungskälte, doch die untern Schichten durch ſtärkere *Erwärmung* mehr als die obern ausgedehnt werden könnten, ſo würden in dieſem Falle die Strahlen vom unterſten Punkte weniger als die vom oberſten abgelenkt, mithin der erhobne Gegenſtand *vergröſsert*, und zwar nach oben zu aus einander gezogen erſcheinen.

Latham bemerkt ausdrücklich, daſs bei der auſserordentlichen Hebung der franzöſiſchen und engliſchen Küſten, die er von Haſtings aus am 26ſten Juli 1797 wahrnahm, dieſe und die Schiffe davor um ein beträchtliches *vergröſsert* wurden. (*Ann.*, IV, 144.) Daſſelbe ſagt Cranz von dem analogen Phänomen in Grönland aus, (*Annalen*, IV, 145.) Mir däucht, die hier angegebnen Gründe enthalten Momente genug, ſich

fährt, auch nur auf 1°; so wird dadurch der Strahl schon so stark wie die Meeresfläche gekrümmt, da

von dieser Vergrösserung, *als einer bloßen Täuschung*, Grund anzugeben, ohne annehmen zu dürfen, daß durch Erwärmung wirklich eine Vergrösserung des Gesichtswinkels statt gefunden habe; eine Annahme, die, wie wir weiter unten sehen werden, kaum erlaubt seyn dürfte. Gegenstände, die am Horizonte der See stehn, zeigen sich auf der Höhe eines ansteigenden Wasserberges, und schon deshalb glauben wir sie grösser. Gegenstände hinter dem Horizonte treten höher, nähere ragen dagegen weniger als sonst über ihm hervor. Offenbar müssen also die Gegenstände am Horizonte oder hinter dem Horizonte, verglichen mit den näher liegenden, die im übrigen unverändert sind, näher zu treten scheinen, weil sie dem Beobachter grösser wie sonst dünken, und zwar desto näher, je höher sie ansteigen. Man vergleiche hiermit Büsch's Erzählung, *Annalen*, III, 297, welche diesen Raisonnement bestätigt.

Auf dieses Näher treten und diese scheinbare Vergrösserung hat sicher auch der Umstand wesentlichen Einfluss, daß die feuchte Luft bei weitem *durchsichtiger* als die trockne zu seyn scheint, wie man aus den Berichten von Latham, Granz, Heim u. a., über ausserordentliche Hebungen, schliessen muß, bei denen kleine Theile der Gegenstände, die man sonst nicht wahrgenommen hätte, sichtbar wurden. Doch noch kennen wir die Natur, und besonders das optische Verhalten der feuchten Luft und der Wasser-

dann dieſe ſich als eine Ebene zeigt, und die Kugelgeſtalt der Erde nicht verhindert, jeden noch ſo weit entlegnen Gegenſtand im Horizonte zu ſehn. *)

dämpfe, viel zu wenig, als daſs nicht hierin noch immer vieles ſollte zu thun bleiben. d. H.

*) Ein Lichtſtrahl, der von einem Punkte der Erdfläche in gerader Linie ins Auge des Beobachters kommen ſollte, müſste die Sehne eines gröſsten Kreiſes der Erde durchlaufen. Da nun der Winkel, den eine Sehne mit der Tangente durch ihren Endpunkt macht, die Hälfte des Bogens, der zwiſchen beiden liegt, zum Maaſse hat; ſo wird ein Punkt der Erdfläche gerade in der Horizontalebene des Beobachters zu liegen ſcheinen, wenn die Hebung halb ſo viel in Theilen eines Bogens, als die Entfernung des Gegenſtandes in Theilen eines gröſsten Kreiſes der Erde beträgt, wenn ſie alſo z. B. auf einen Bogen von 2′, d. h. von 2 engliſchen Seemeilen, auf 1′ ſteigt, (wonach Wollaſton's Ausſage zu verbeſſern iſt.) — Der Gegenſtand der Beobachtung des Herrn Woltmann's, (ein Haus zu Hochſand,) war 63716 hamb. Fuſs, oder 9′ 40″ eines gröſsten Kreiſes, von ſeinem Beobachtungsorte entfernt, und der Fuſs des Hügels, worauf es ſtand, lag daher weit hinter dem ſcheinbaren Horizonte; eine Hebung von 4′ 50″ muſste aber hiernach hinreichen, ihn in die Horizontalebene des Auges zu bringen, und eine gröſsere Hebung ihn ſelbſt über den ſcheinbaren Horizont erhöhen. Nun aber betrug die gröſste, von Herrn Woltmann wahrgenommne Hebung des Firſtes eines Hauſes, der gerade in der Horizontalebene des Beobachtungsortes lag,

Noch bleiben indeſs die von Vince beobachteten Phänomene, (Gegenſtände mit doppelten Bildern darüber,) zu erklären, da in den bisherigen

3′ 48″ — 2′ 37″, das iſt, 6′ 11″; ſie reichte alſo hin, jenen weit hinter dem Horizonte der Meeresfläche liegenden Gegenſtand um 1′ 21″ darüber zu erheben.

Hieraus wird es anſchaulich, wie vermöge des durch Verdünſtung ſehr verſtärkten Brechungsvermögens der untern Luftſchichten, weit hinter dem Horizonte liegende, gewöhnlich unſichtbare Gegenſtände, über ihn anſteigen und ſichtbar werden können. Niedrige und ebene Küſten müſſen dabei, wie die Linie *AC*, Fig. 10, anſteigend, und daher wie Berge erſcheinen, und können, wie die vorige Berechnung zeigt, ſich bis zu einer beträchtlichen Höhe erheben. So lange die Verdünſtung zunimmt, werden ſie immer höher gehoben; nimmt ſie ab, ſo ſinken ſie wieder. Die Größe der Hebung nimmt bei demſelben Zuſtande der Luft im Verhältniſſe des Weges der Lichtſtrahlen durch ſie, mithin der Entfernung des Gegenſtandes zu, und wird daher bei weiter entlegnen Gegenſtänden beträchtlicher als in den Wohlmannſchen Beobachtungen; aber freilich müſſen ſie auch in eben dem Verhältniſſe, dem Winkel nach, höher gehoben werden, um ſichtbar zu werden. Noch kömmt es darauf an, ob nicht die Verdünſtung in manchen Fällen, z. B. nach ſtarkem Thaue, oder nach wenigem Regen, über einer Erdfläche ſtärker und ſchneller, als über Waſſerflächen ſeyn könne; in dieſen Fällen würden ſtärkere Hebungen auf gleichen Entfer-

Verſuchen Luftſchichten, durch Vergröſserung ihrer Dichtigkeit, nicht dahin gebracht wurden, doppelte

nungen, als in den Woltmannſchen Beobachtungen, ſtatt finden. Bei uns ſcheint in der Regel das Umgekehrte der Fall zu ſeyn, da ſolche wunderbare Hebungen auf Erdflächen äuſserſt ſelten, über Waſſerflächen dagegen häufiger vorkommen; in heiſsern Ländern, z. B. im ſüdlichen Italien, und im Nebel der Gebirge ſind indeſs auch jene nicht ungewöhnlich, wie man in einigen intereſſanten Aufſätzen in den folgenden Heften der Annalen finden wird.

Hier Hrn. Woltmann's Beſchreibung dieſes Phänomens: „Die *Dünſte* im aufgelöſten durchſichtigen Zuſtande vergröſsern zuweilen die horizontale Refraction ſo, daſs ſich die entlegnen Gegenſtände in ganz ungewöhnlicher Geſtalt zeigen. Die Meeresfläche wird concav gekrümmt, und die nähern Schiffe erniedrigen ſich, oder vielmehr, der entfernte Horizont ſcheint über ſie faſt hervor zu treten; niedrige Ufer erſcheinen wie hohe Küſten; 7 bis 8 Meilen entlegne bergige Küſten treten wie Gewölk über denſelben hervor, und ganze Landſchaften, die ſonſt von vorliegenden Hügeln bedeckt wurden, ſind über dieſen ſichtbar. Die Fälle einer ſo ſtarken Refraction, auf welche nicht ſelten ein Gewitter, viel Regen oder ſtürmiſche Witterung folgt, ſind jedoch nicht ſo häufig als das Phänomen der Spiegelung herabwärts." (*Annalen*, III, 402.) Eins der merkwürdigſten Beiſpiele derſelben iſt unſtreitig von Herrn Heim in den *Annalen*, V, 370, be-

pelte Bilder, ein verkehrtes sowohl als ein aufrechtes, von Gegenständen zu erzeugen.

Bei den Brechungen, die in Versuch 7, 8, 9 über eine bestimmte Fläche durch Verdünstung bewirkt waren, zeigte sich jedesmahl *die gröfste Wirkung in der Berührung mit der verdunstenden Fläche*, und niedriger liegende Punkte, wie *a*, Fig. 11, wurden den höher liegenden *c* durch diese Brechung genähert, weil der Strahlenkegel, der von ihnen ausgeht, bei *b* stärker abgelenkt wird, als der Strahlenkegel von *c* bei *d*. Ist dieses der Fall, so müssen umgekehrt Strahlen, die von einem Punkte *e* ausfahren, durch die Brechung bei *b* und *d* nur stärker zum Divergiren gebracht werden; und deshalb können zwei vor der verdünstenden Fläche sich durchkreuzende Strahlen durch diese Brechung nicht wieder vereinigt werden, mithin durch sie auf diese Art in der That keine *umgekehrten* Bilder entstehn. *)

beschriebene. Er sah an einem heifsen Abend, nach einem kleinen Gewitterregen, (mithin bei einer ungewöhnlich starken Verdünstung,) von einer Höhe im Werrathal, eine sonst unsichtbare und von dem Bergrücken der Rhön verdeckte, 5 Meilen entlegne Gegend plötzlich über diesen Bergrücken hervortreten, und so sichtbar werden, als wäre sie nur 2 Stunden entfernt. Auch gehören hierher die in den *Annalen*, III, 293, a, erwähnten Beispiele. *d. H.*

*) Das heifst, wenn der gewöhnliche Zustand der

Ist aber die unterste Luftschicht *mit Feuchtigkeit gesättigt*, so muss da, wo sie mit den darüberstehenden trocknern Schichten gemeiner atmosphärischer Luft zusammentrifft, ein ähnlicher Uebergang einer in die andere, wie bei je zwei Flüssigkeiten von verschiedner Dichtigkeit statt finden, so dass es auch hier in den Uebergangsschichten eine der grösten Incremente der Dichtigkeiten giebt, über und unter welcher die Grösse der Brechung nach dem dichtern Mittel zu abnimmt; und hier werden *umgekehrte* Bilder der Gegenstände durch die Brechung in den Uebergangsschichten, wie in Fig. 6, möglich. *)

Luft *bloss durch Verdünstung* über eine Fläche geändert wird, so können dadurch keine *umgekehrten Bilder* von Gegenständen, *nach der verdünstenden Fläche* zu, (also bei Erd- und Wasserflächen *unter* den Gegenständen,) bewirkt werden, weil dann stets die Luft zunächst an der verdünstenden Fläche das stärkste Brechungsvermögen erhält, und dieses mit der Entfernung von der Fläche abnimmt. Ob *Erwärmung* der verdünstenden Fläche hierin etwas ändern könne, davon weiterhin.

d. H.

*) Und zwar ist dann der Fall gerade so, wie in Fig. 6 oder in Fig. 7 bei *A*, wo die Flüssigkeit von grösserm Brechungsvermögen ebenfalls die untere Stelle einnimmt. Wie dort, wird das *verkehrte* Bild durch den Strahlengang in den Uebergangsschichten, welche sich unter der Schicht der grösten Incremente der Dichtigkeit befinden, bewirkt; dagegen Strahlen, welche in den Ue-

Verſuch 10. Um auch dieſe Erſcheinung in meinen Verſuchen hervorzubringen, lieſs ich aus dün-

bergangsſchichten über der Schicht der gröſsten Incremente hinſtreichen, vom Gegenſtande ein zweites *aufrechtes* Bild über dem verkehrten zu Stande bringen. Liegt der Gegenſtand ſo, daſs man ihn durch den untern gleichförmig dichten Theil der Flüſſigkeit zu ſehn bekömmt; ſo erſcheinen das verkehrte Bild und das aufrechte *über* dem Gegenſtande, und ſo denke ich mir die Sache im Folgenden. Bliebe aber der Gegenſtand ſelbſt durch das dichtere Mittel unſichtbar, und ſähe man nur die beiden Bilder, wie in dem folgenden Verſuche Wollaſton's, ſo würde man das aufrechte für den Gegenſtand ſelbſt nehmen, und in ſo fern das umgekehrte Bild auch jetzt *unter* dem Gegenſtande ſetzen, wie dies von Wollaſton im Folgenden geſchieht.

Bei der durch Verdünſtung verſtärkten terreſtriſchen Strahlenbrechung ſind nach dieſer Auseinanderſetzung Wollaſton's *Bilder über den Gegenſtänden nicht nothwendig*, und finden vielmehr nur in dem Falle einer völligen Sättigung der untern Luftſchicht mit Feuchtigkeit ſtatt, weshalb es *Hebungen ohne* und *mit Bildern über den Gegenſtänden* geben kann, und zwar eigentlich mit doppelten; da indeſs in den Verſuchen mit der erhitzten Eiſenſtange das *aufrechte* Bild nur im äuſserſten Grade der Erhitzung, wenn die Stange glüht, und nicht bei geringen Graden von Wärme zu Stande kömmt, (S. 21, Anm.,) ſo würden wir *nur bei den höchſten Graden von Verdünſtung* das *aufrechte* Bild erwarten dürfen, nicht bei geringern;

nen Fichtenbrettern eine Art von Trog, 5′ lang, 1″ breit, und 2½″ tief machen, wovon Fig. 12 ei-

und zwar wahrscheinlich aus dem ähnlichen Grunde, weil bei minderer Schwängerung der Luft mit Feuchtigkeit die Schicht der gröfsten Incremente von den darüberstehenden Luftschichten nur allzuwenig im Brechungsvermögen verschieden ist, und es daher so gut ist, als fehlte in der Curve der Dichtigkeiten der obere Schenkel ganz und gar.

In der That sind unter allen bis jetzt zuverlässig beschriebnen Hebungen mit Bildern über den Gegenständen, die von Vince beobachteten die einzigen, wo sich beide Bilder, das verkehrte über dem Gegenstande, und darüber das aufrechte, zeigten. Alle andere Beobachter haben *nur das verkehrte Bild*, und selbst das äufserst selten deutlich wahrgenommen, daher sie das ganze Phänomen eine *Spieglung aufwärts* nannten, weil sich dabei die Gegenstände so zeigten, als spiegelten sie sich zugleich in den Wolken oder in einem horizontal darüber liegenden Spiegel. „So wie die Senkungen der Gegenstände," bemerkt z. B. Herr Woltmann, *Annalen*, III, 430, „mit einer Spieglung unterwärts, so sind sehr starke Hebungen mit einer *Spieglung oberwärts* verbunden. Doch ist dieses Phänomen mit deutlichen, vollständigen Bildern sehr selten, und wurde von mir in 9 vollen Monaten nur 3mahl wahrgenommen. Mit unkenntlichen und verworrnen Bildern ist es häufiger, und bei jeder aufserordentlichen Hebung, heifser Luft u. s. w. vorhanden," (welches letztere wohl eine unrichtige Behauptung ist.)

nen senkrechten Querschnitt vorstellt. Die beiden Enden waren mit Glasscheiben verschlossen, durch

Dass es hierbei nicht blos auf die Gröfse der Hebung, sondern noch auf andere Umstände ankömmt, welche bewirken, dass die Incremente der Dichtigkeiten der Schichten bis auf eine gewisse Höhe schnell zunehmen, beweisen die Woltmannschen Beobachtungen sehr überzeugend. Als er die entlegnen Gegenden „sich aufwärts in der Luft deutlich spiegeln sah," und zwar alle 3mahl Nachmittags, war die *Hebung* nach seinen Maafsen am 8ten Juli 22, am 27sten August 16, am 1sten October 18½ Zoll, und betrug mithin nur 3′ 12″, 1′ 36″, 2′ 16″, indefs in allen Monaten weit gröfsere Hebungen, ja eine bis auf 6′ 11″, vorkamen, bei denen Herr Woltmann keine Spieglung aufwärts deutlich wahrnahm. (*Annal.*, III, 424, 426.)

Dass sich bei den aufserordentlich starken Hebungen, welche Latham und Heim beobachteten, ebenfalls keine Spieglung aufwärts zeigte, darf uns daher nicht überraschen. Dagegen sind wir allerdings berechtigt, aus jeder *Spieglung aufwärts* auf eine *ungewöhnliche Hebung* der Gegenstände zu schliefsen; denn jene ist nur möglich, wenn die untersten Luftschichten ein beträchtlich gröfseres Brechungsvermögen als die obern haben, und wir kennen keine Ursachen, welche das Brechungsvermögen blos der obern Luftschichten vermindern, wohl aber mehrere, welche das der untersten allein erhöhen können. Ob indefs nicht bei sehr entfernten Gegenständen, die ganz unter dem Horizonte des Beobachters

die sich die Strahlenbrechung beobachten liefs. Wurde der Boden dieses Gefäfses mit *Aether* befeuchtet,

liegen, der Fall eintreten könne, dafs ihm blofs die beiden Bilder, nicht der Gegenstand selbst, wie in Wollaston's folgendem Versuche, sichtbar würden, darüber läfst sich aus den Beobachtungen Woltmann's nichts entscheiden, da sein Gegenstand im Horizonte selbst lag, also hierzu nicht geschickt war. Büsch's Erzählung, *Annalen*, III, 297, nach der das ansteigende und sich senkende Land mit einem umgekehrten Bilde darunter erschienen zu seyn scheint, liefse sich vielleicht hierfür anführen; doch zweifle ich an der Wirklichkeit dieser Art des Phänomens, da Latham, der mit einem Fernrohre bewaffnet war, und Heim gewifs die umgekehrten Bilder unter den aufrechten bemerkt haben würden, wären sie vorhanden gewesen.

Ueberhaupt ist das Phänomen der Hebung und der Spieglung aufwärts viel zusammengesetzter, als das der Senkung und der Spieglung herabwärts. Dieses scheint blofs durch Erwärmung der Erd- und Wasserflächen bewirkt zu werden, und daher lediglich von dem Temperatur-Unterschiede zwischen Luft und Fläche abzuhängen. Jenes kann dagegen sowohl durch blofse *Kälte* der Erd- und Wasserflächen, wenn sie, besonders im Frühjahre oder bei gewissen Winden, eine niedrigere Temperatur als die untere Luft haben, als auch durch *Verdünstung* bewirkt werden, und hängt dann, wie diese, vom Hygrometer-, Thermometer- und Barometerstande zugleich ab, so dafs es den Gegenden, wo sie

so lag die Stelle der gröfsten Brechung mitunter über $\frac{3}{4}$ Zoll vom Boden, und war das Auge 14 bis 15 Fufs entfernt, so nahm ich unter dieser Stelle ein *umgekehrtes* Bild von Gegenständen wahr, die etwa 70 Fufs vom Gefäfse abstanden. Der Durchkreuzungspunkt der Strahlen, (oder der Focus,) mochte hierbei etwa 9 Fufs von dem Troge liegen. — Den Gegenstand zugleich mit wahrzunehmen, dazu war die gleichförmig mit Aether geschwängerte Luftschicht am Boden nicht hoch genug. Der wahre Ort desselben, verglichen mit dem des Bildes in Fig. 12, (wo man das *aufrechte* über, und das *verkehrte* unter der Schicht der gröfsten Incremente abgebildet sieht,) war jedoch ungefähr bei *a*.

häufig ist, als der sicherste Wetterprophet dient, (vergl. z. B. *Ann.*, III, 297, 306, 432.) Kein Wunder daher, wenn es den Physikern weit schwerer geworden ist, sich über dasselbe, als über das erstere Phänomen zu orientiren. — In der That ist Wollaston der Erste und Einzige, der die *Spieglung aufwärts* mit Glück zu erklären unternommen hat, ob er gleich auch hierin noch sehr viel zu thun übrig läfst. Büsch scheint sie gar nicht gekannt zu haben, und Woltmann, Gruber und Vince, die sie beschreiben, konnten zu keiner Theorie derselben gelangen, (*Annalen*, III, 432, 446,) und zwar die erstern hauptsächlich nur weil sie den Einfluss der Verdünstung auf die Strahlenbrechung ganz übersahen, und alles nur durch Erwärmung oder Erkältung der Luftschichten erklären zu können glaubten. *d. H.*

Verſuch 11. Auch die Verſuche mit *Weingeiſt* in demſelben Apparate bewieſen, daſs die Verdünſtung Erſcheinungen, wie ſie Vince wahrnahm, zu bewirken vermag. Derſelbe Gegenſtand zeigte ſich nun nach unten zu gekrümmt, wie in Fig. 13, woraus in die Augen fällt, daſs Strahlen, die unter einer gewiſſen Höhe längs des Bodens hinſtrichen, weniger, als Strahlen in dieſer Höhe gebrochen wurden. Mithin muſste auch hier durch die Brechung eine Convergenz der Strahlen bewirkt werden; nur lag der Punkt ihres Zuſammentreffens hinter meinem Auge, das ich da, wo der Verſuch angeſtellt wurde, nur 35 Fuſs weit vom Troge entfernen konnte.

Von der Verdünſtung des *Waſſers* lieſs ſich über einem ſo kleinen Raume keine bemerkbare Wirkung dieſer Art erwarten. Daſs aber über groſsen *Waſſerſtrecken*, bei einem Zuſtande der Atmoſphäre, welcher die unterſte Luftſchicht ſich durchgehends mit Feuchtigkeit gleichförmig zu ſchwängern erlaubt, die Verdünſtung des Waſſers ebenfalls alle die erwähnten Erſcheinungen bewirken kann; daran bleibt aus den vorhergehenden Verſuchen kein Zweifel. Und höchſt wahrſcheinlich war dies wirklich der Fall in den intereſſanten Phänomenen, welche Vince zu Ramsgate beobachtete. *)

*) Es war ein ausnehmend heiſser Tag, (der 1ſte Auguſt,) und ein ſehr ſchwüler Abend, an welchem ſich von 4 bis 8 Uhr Nachmittags dieſe

Umgekehrte Bilder allein sieht man am besten, wenn die Sonne scheint, über ebenen und *trocknen* Landstrasen, die 1500 bis 2400 rheinl. Fuss ziem-

wunderbaren Erscheinungen an entlegnen Gegenständen zeigten, die längs der Seefläche hin gesehn wurden, wie man sie in den *Ann.*, V, 131 f., beschrieben, und dort auf Tafel II abgebildet findet. *Ueber* weit entfernten Schiffen, deren Mast nur eben über den Horizont hervorkam, schwebte in der Luft ein vollständiges umgekehrtes, und darüber ein aufgerichtetes Bild des Schiffs; (*daf.*, Fig. 1, 4;) eben so bei fernen Küsten, (Fig. 5, 7,) die weit über den Horizont hervortraten. Ueber nähern Schiffen war nur das umgekehrte Bild darüber zu sehn, (Fig. 2, 3, 6.) Bei manchen war das Bild sehr veränderlich, wurde gröser, kleiner und schoss wie die Strahlen des Nordlichts auf; an den Klippen zeigten sich Partialerhebungen der See, die sich fortbewegten und verschwanden; auch zeigte sich ein entfernter dicker *Nebel*, der sich längs des Horizontes hinrollte, indess die Küste und der Himmel völlig nebelfrei waren: alles Beweise einer ausnehmend mit Feuchtigkeit geschwängerten Luft, und dass diese Erscheinungen der Strahlenbrechung durch *Verdünstung* zuzuschreiben waren. Auch bemerkt Vince ausdrücklich, die gewöhnliche Refraction sey damahls *ausnehmend stark* gewesen, indem die Klippen von Calais, die häufig, selbst wenn man auf den Höhen um Ramsgate steht, bei hellem Wetter unter dem Horizonte sind, der Fluth ungeachtet, hoch über der Wasserschneide hervorragten. *d. H.*

lich gerade hinlaufen. Iſt aber der Boden *feucht*, ſo habe ich ſie nur ſehr ſelten wahrnehmen können, und vollends nie ſie erkannt, wenn dabei die Sonne ſtark genug ſchien, um am Boden einen ſichtbar anſteigenden Dampf zu erzeugen. *)

Verſuch 12. Ich legte ein dunkel angeſtrichnes Brett in den Sonnenſchein, und beſtimmte, nach-

*) Dieſes iſt von *umgekehrten* Bildern *unter* den Gegenſtänden, oder von der *Spieglung unterwärts* zu verſtehn, die Wollaſton nicht bloſs als Wirkung der *Erwärmung* der unterſten Luftſchichten durch Erd- oder Waſſerflächen, ſondern, durch Verſuch 10 und 11 verführt, auch als Wirkung der *Verdünſtung* betrachtet, letzteres jedoch, wie ich dargethan zu haben glaube, mit Unrecht. Die Verdünſtung bewirkt ſtets eine *wahre Hebung*, und entweder keine Spieglung, oder eine *Spieglung aufwärts*, die aber weit ſeltner als die erſtere Art von Spieglung iſt. Hieraus erklärt ſich die obige Bemerkung und folgende damit übereinſtimmende Woltmann's, (*Ann.*, III, 434,) genügend: „Mit ſüdlichem und weſtlichem Winde und bei niedrigem Barometerſtande war die *Erhebung* der Gegenſtände in der Regel ſtärker, als bei nördlichem und öſtlichem Winde und hohem Barometerſtande, wo nicht ſelten *Erniedrigung* mit Spieglung herabwärts eintritt; doch iſt das Barometer bei dieſer Regel zuverläſſiger als der Stand des Windes. *Trockne Luft* vermindert die *Erhöhung* der Gegenſtände, *feuchte* vermehrt ſie, daher die *Spieglung unterwärts* häufiger bei trockner als bei feuchter ſtatt hat." *d. H.*

dem es erhitzt war, die längs deſſelben bewirkte Strahlenbrechung. Darauf zog ich mit einem in kochendes Waſſer getauchten Schwamm einen feuchten Strich nach der Länge deſſelben. Der durch das kochende Waſſer erhöhten Wärme ungeachtet, war die Strahlenbrechung über dieſem feuchten Striche faſt noch kleiner, als über dem übrigen Theile des Bretts, ungeachtet ich ſie beobachtete, ehe noch die Fläche durch die Verdünſtung wieder merklich erkältet ſeyn konnte. *)

*) Der Einfluſs der Verdünſtung auf das Brechungsvermögen der Luft beruht höchſt wahrſcheinlich auf zwei verſchiednen Gründen. Ein Mahl darauf, daſs vermuthlich, (denn noch fehlt es an Verſuchen hierüber,) *feuchte Luft* ein beträchtlich gröſseres Brechungsvermögen als trockene Luft von gleicher Dichtigkeit hat, ſelbſt als trockene Luft, in der ſie langſam aufſchwimmt; und zweitens darauf, daſs bei jeder Verdünſtung die verdünſtende Fläche und die Luft darüber *erkältet* werden. Dieſe Erkältung hängt von der Trockenheit der Luft, die ſich mit Waſſer ſchwängert, und von der Schnelligkeit der Verdünſtung, (dieſe aber, unter übrigens gleichen Umſtänden, vom Thermometer- und Barometerſtande,) ab, kann aber ſchwerlich je über Waſſer- oder Erdflächen bis über ein Paar Grade ſteigen, da ſie ſelbſt unter ſo vortheilhaften Umſtänden als in den Alcarazzas, wo die Waſſermaſſe ringsum ſtets von trockener Luft berührt wird, bei 17° R. Wärme, nur 4°, (*Annalen*, III, 231,) und beim Durchtreiben 18° warmer Luft durch ei-

Nach diesem Versuche zu schliefsen, kann schwerlich die *Vertiefung des Horizonts der See* je

ne Röhre voll nasser Steinchen nur 3° betrug, (*Annalen*, III, 213.)

Feuchte Luft wird durch Wärme stärker als trockene ausgedehnt, ist also an sich noch geschickter, als trockene, durch darunter stehende heifsere Erd- und Wasserflächen ausgedehnt zu werden, und in so fern *Spieglungen herabwärts* zu bewirken. Allein dieses Erwärmen geht in der Berührung der Lufttheilchen mit der Fläche vor sich; so wie sie etwas erwärmt und ausgedehnt sind, schwimmen sie sogleich in der kältern Luft in die Höhe, und bleiben mit der Fläche nicht lange genug in Berührung, um beträchtlich erhitzt zu werden, weshalb auch Wollaston über einer Sandfläche, in der das Thermometer auf 30° R. stieg, die Luft in einer Höhe von 4 Zoll nur bis auf 22°, und 1 Fuss hoch bis auf 19½° R. erwärmt fand. (S. 25.) In und zunächst dieser Fläche der Berührung wird zugleich die gesammte Verdünstungskälte erzeugt; sie mufs mithin den aufschwimmenden Theilchen die erlangte Wärme sogleich wieder entziehn. Und das ist, so viel ich einsehe, der Grund, warum bei Verdünstung die Schicht der gröfsten Dichtigkeit nie in einiger Höhe über der verdünstenden Fläche, sondern immer zunächst an ihr liegt, (S. 49,) und *nie eine Spieglung herabwärts* statt finden kann, wie es davon in der That kein einziges zuverlässiges Beispiel giebt, und wie dergleichen unter den 600 Woltmannschen Beobachtungen nicht eins vorgekommen ist.

mehr als wenige Minuten betragen, da hier stets die durch Erwärmung der See bewirkte Strahlen-

Bei *gröfserer Wärme* mufs zwar stets ein schnelleres Verdünsten statt finden, dieses ist aber zur Erhöhung des Brechungsvermögens der untern Luft nicht das vortheilhafteste. Die Lufttheilchen bleiben dann entweder mit der erwärmten Fläche kürzere Zeit in Berührung, und können sich nicht mit Feuchtigkeit schwängern, oder sie erhalten sogleich eine gröfsere Expansivkraft, mithin mindere Dichtigkeit, und steigen deshalb schneller in der Atmosphäre auf; der Grund, warum Gruber über einer warmen Eisenstange, die er benäfste, keine Spieglung bewirken konnte. (*Annalen*, III, 388.) Man sieht hieraus, dafs es nach dem jedesmahligen Hygrometer-, Barometer- und Thermometerstande einen bestimmten vortheilhaftesten Wärmegrad der ausdünstenden Fläche für Spieglungen aufwärts geben wird, und dafs überdies das Phänomen von mannigfaltigen hygrometrischen Prozessen im Dunstkreise abhängig seyn mufs. — Mit abnehmender Tageswärme verdichtet sich die feuchte Luft, die bei einer lebhaften Verdünstung angestiegen ist, und sinkt näher zur Erdfläche herab. Hierin l[illegible]t der Grund, warum die Spieglungen aufwärts, und die wunderbaren Hebungen der Gegenstände, fast ohne Ausnahme, des Nachmittags eintraten. Herr Wilke bemerkte sie in den längsten Tagen in Norwegen selbst um 11 Uhr Nachts. (*Annalen*, III, 366.) Nach einer grofsen Anhäufung von Luft, die mit Feuchtigkeit geschwängert ist, in der untern Luftregion, pflegen in der Re-

brechung durch die von der Verdünstung abhängende geschwächt wird. *) Auch glaube ich, dass

gel *Regen* und *Sturm*, auch *Gewitter* zu folgen; daher aufserordentliche Hebungen und Spieglungen aufwärts, in der Regel diese Meteore verkündigen. So in den von Ellicot, (*Annalen*. III, 305,) von Huddart, (III, 258,) von Woltmann, (III, 409,) und von Wetterling, (III, 432,) bemerkten Fällen. Selbst die Schwüle an den Tagen von Latham's und Vince's Beobachtungen scheint zu beweisen, dass die Luft damahls mit Feuchtigkeit ausnehmend geschwängert war, obschon keine auffallende Witterungsveränderung unmittelbar darauf folgte. *d. H.*

*) Die gröfste Senkung, welche Herr Woltmann während einjähriger Beobachtung an dem 9337 Toisen von seinem Beobachtungsorte, jenseits einer Wasserfläche, liegenden Firste eines Hauses auf Hochsand, das sich ziemlich in seiner Horizontalebene befand, unter dieser Ebene wahrnahm, betrug 4′ 5″; die gröfste Hebung über diese Ebene 6′ 11″. Setzt man mit ihm, bei einer Höhe des Auges von 3 Toisen über der Meeresfläche, die Weite des natürlichen Gesichtskreises auf 4400 Toisen, (III, 405,) so würde für geradlinige Lichtstrahlen die Vertiefung des Horizontes unter dem wahren Horizonte des Beobachters, (*dip of the sea.*) 2′ 21″ betragen. Allein wegen der terrestrischen Strahlenbrechung können auf der angegebnen Gesichtsweite Senkungen von $\frac{4}{7}$. 4′ 5″, das ist 1′ 54″, und Hebungen von $\frac{4}{7}$. 6′ 11″, das ist von 2′ 50″, vorkommen. Um so viel kann also, wenigstens in unsern Gegen-

ein Beobachter, der eine freie Aussicht auf das Meer hat, und seine Aufmerksamkeit auf die Gröſse der Vertiefung des Seehorizontes unter verschiednen Umständen richtet, sehr bald dahin kommen würde, aus der Helligkeit der Sonne zur Zeit einer astronomischen Beobachtung, oder aus dem Unterschiede der Temperatur zwischen dem Meere und der Luft, die Vertiefung des Seehorizontes ziemlich richtig zu schätzen.

* * *

So wären denn alle Eigenthümlichkeiten der Art von Strahlenbrechung entwickelt, die den Gegenstand dieser Untersuchungen ausmacht. Hier mit wenigen Worten nochmahls die *Hauptresultate*.

Nach der hier aufgestellten und durchgehends mit Versuchen gehörig bestätigten Theorie giebt es *zwei verschiedne Zustände der Atmosphäre*, bei denen *ein* Gegenstand *doppelt* oder *dreifach* erscheinen kann; und das zwar aus dem Grunde, weil eine

den, die wirkliche Vertiefung des Seehorizontes von der zuvor berechneten für einen 3 Toisen über der Meeresfläche stehenden Beobachter abweichen; eine Abweichung, die folglich innerhalb der Grenzen von + 1′ 54″ und — 3′ 50″ enthalten wäre. Für einen höher stehenden Beobachter rückten diese Grenzen ungefähr in eben dem Verhältnisse auseinander, als die Weite seines Gesichtskreises zunähme. Vergl. des P. Laval's Beobachtung in den *Annalen*, III, 288, a.

d. H.

partielle Erhöhung und eine partielle Verminderung der Dichtigkeit der Luft, einerlei Art von Wirkung für die Strahlenbrechung hat. Dieſem gemäſs iſt umſtändlich erklärt worden:

1. wie durch *Erwärmung* der Luft über Flächen, die durch die Sonnenſtrahlen, und alſo nur mäſsig, erhitzt ſind, Gegenſtände *verdoppelt*, und zwar einmahl *umgekehrt* werden;

2. wie bei noch ſtärkerer Verdünnung durch höhere Grade von *Hitze*, noch ein Bild hinzukömmt, das aufrecht ſteht, und alſo ein Gegenſtand *verdreifacht*, zweimahl *aufrecht* und einmahl *umgekehrt*, erſcheinen kann;

3. wie, wenn die Dichtigkeit der Luft und ihr Brechungsvermögen durch *Verdünſtung* vergröſsert werden, weit entlegne, ſonſt nicht ſichtbare, Gegenſtände ungewöhnlich erhoben und ſichtbar werden können;

4. unter was für Umſtänden durch *Verdünſtung* ein zweites *umgekehrtes*, minder erhobnes Bild eines Gegenſtandes entſtehen kann. *)

und ich zweifle nicht, daſs ſich aus meiner Theorie auf ähnliche Art auch alle ſonſt noch beobachteten, oder erſt zu beobachtenden Varietäten der

*) Vielmehr ein umgekehrtes Bild *über* dem Gegenſtande, (vergl. S. 58, Anm.,) zuweilen auch noch darüber ein aufrechtes, ſo daſs der Gegenſtand dadurch *verdreifacht* wird. *d. H.*

der irdiſchen Strahlenbrechung genügend werden ableiten laſſen. *)

*) Iſt der Verſuch, den ich hierzu in meinen Bemerkungen zu dieſem intereſſanten Aufſatze gemacht habe, nicht miſsglückt; ſo darf ich hoffen, in einem der folgenden Hefte auch über die berüchtigte *Fata Morgana*, auf die Wollaſton hier eigentlich zu zielen ſcheint, aus unſern aufgeſtellten Schlüſſen ein genügenderes Licht zu verbreiten. *d. H.*

II.

Einige VORLÄUFIGE BEMERKUNGEN *über Herrn Prof. Parrot's neue Theorie der Verdünstung und des Niederschlags des Wassers in der Atmosphäre,*

von

CARL WILHELM BÖCKMANN d. jüngern,
Professor zu Carlsruhe.

Des Herrn Parrot's neue Theorie von den Ursachen der Verdünstung und des Niederschlages des Wassers in der Atmosphäre, und die darauf zu gründende gänzliche Umschaffung der Hygrometrie u. s. w. *) hat mich sehr interessirt, weil sie viele Erscheinungen wirklich auf eine ziemlich befriedigende Art erklärt, mannigfaltige Anwendungen gestattet, und auch mit andern bekannten Beobachtungen ganz gut zusammenzustimmen scheint. Es wäre daher sehr zu wünschen, dass vorzüglich die Grundlagen derselben sorgfältig geprüft würden, um dann ein stattbaftes Urtheil über ihren ganzen Werth fällen zu können.

*) Man vergleiche diese *Annalen*, B. X, St. 2, S. 166 u. f. w., wie auch VOIGT's *Magazin für d. neueſten Zuſtand der Naturkunde*, B. III, St. 1, S. 1 u. folg. B.

Die Grundpfeiler, auf welche Herr Parrot ſein neues Lehrgebäude ſtützt, ſind eine Anzahl ſinnreicher Verſuche, die mich indeſſen, wenn ich es aufrichtig geſtehen ſoll, noch nicht ganz befriedigt haben, und die noch mehrerer Wiederhohlungen und mannigfaltiger Aenderungen bedürfen, ehe ſie als völlig beweiſend anzuſehen ſind, und ehe ſie alle unſre etwanigen Zweifel zerſtören können.

Auch ich habe mir, nach meiner Vorliebe für dieſen und ähnliche Gegenſtände, vorgenommen, mich mit aller Aufmerkſamkeit dieſer delicaten Unterſuchung zu unterziehen, und werde dereinſt das, was ich in der Natur fand, treu und beſtimmt vorlegen; und wenn ich gleich im Stillen wirklich wünſche, daſs meine Reſultate für die Beſtätigung dieſer Theorie ausfallen möchten, ſo ſoll mich dennoch die reinſte Unbefangenheit bei den Verſuchen und Beobachtungen pflichtmäſsig leiten.

Es dürfte nicht überflüſſig ſeyn, wenn ich indeſs, bevor ich jene Arbeiten anfangen und vollenden kann, hier vorläufig einige kleine Zweifel, ſowohl gegen die Erfahrungen des Hrn. Parrot's, als gegen die daraus gezognen Reſultate, freundſchaftlich anzeige. Das Ganze gewinnt immer, wenn jeder Naturforſcher ſeine Meinung offen darlegt, und man erhält Stoff zum Forſchen, da doch öfters bei einer verwickelten Sache jeder ſie mit andern Augen anſieht und beurtheilt.

Wie es ſcheint, wurde Herr Parrot vorzüglich durch ſeine Verſuche mit *Phosphor-Sauerſtoff-Meſ-*

ſer auf ſeine neue Theorie geleitet; weſshalb ich denn zuerſt einige meiner *Bemerkungen gegen die vollkommne Richtigkeit dieſer Art von Sauerſtoff-Meſſer* anführen werde.

Was den Gebrauch des von Hrn. Parrot verbeſſerten Phosphor-Sauerſtoff-Meſſers überhaupt betrifft, ſo glaube ich zuvörderſt über die Art, *wie die Einſenkung der Abſorptions-Röhre* in die andere weitere und zum Theil mit Queckſilber gefüllte Röhre geſchieht, folgende Bemerkung machen zu müſſen. Herr Parrot ſagt nämlich: „ſobald die Abſorptions-Röhre mit der zu unterſuchenden Luft gefüllt iſt, verſenkt man ſie ſchnell in das äuſsere Rohr, worin ſich das zum Sperren nöthige Queckſilber befindet.“ Allein bei dieſem Verfahren kömmt doch offenbar das zu prüfende Gas, ſey es auch nur auf einige Sekunden, mit der atmoſphäriſchen Luft in Berührung, und nur in dem einzigen Falle hat dieſes keinen Einfluſs auf das Reſultat, wenn man gerade die den Sauerſtoff-Meſſer umgebende atmoſphäriſche Luft prüfen will. Soll hingegen eine künſtlich angefeuchtete oder getrocknete atmoſphäriſche Luft, oder Stickſtoffgas und Waſſerſtoffgas, beide von verſchiednem Gehalte an Sauerſtoffgas u. ſ. w., genau unterſucht, und ſollen ſie mit einander verglichen werden, ſo kann dieſes bei der vorgeſchriebnen Einrichtung und Behandlung keinesweges mit der erforderlichen Genauigkeit geſchehen. Dergleichen Aufgaben kommen bei pneumatiſchen Arbeiten aber ſehr häufig vor, und ein

Sauerſtoff-Meſſer kann nur dann für zweckmäſsig gehalten werden, wenn man dergleichen Unterſuchungen damit vornehmen kann. Ich ſehe daher nicht ein, wie Herr Parrot nach ſeinem angegebenen Verfahren z. B. ein gegebnes Stickſtoffgas, dem etwa 1 oder wenige Hunderttheile Sauerſtoffgas beigemiſcht ſeyn können, auf den Gehalt an Sauerſtoffgas mit Genauigkeit prüfen will, da bei dem Uebertragen der mit jenem gegebnen Gas gefüllten Abſorptions-Röhre in die äuſsere mit Queckſilber zum Theil gefüllte Röhre, es geſchehe dieſes auch noch ſo geſchwind und behutſam, immer eine Verbindung mit atmoſphäriſcher Luft ſtatt hat, und daher unrichtige Reſultate erhalten werden. Ich würde deſshalb, bei ſonſtiger Richtigkeit der Phosphor-Sauerſtoff-Meſſer, vorſchlagen, dieſer Unvollkommenheit dadurch abzuhelfen, daſs man für die äuſsere hohe Röhre eine niedrigere, oder eine Schale ſubſtituirte, ſo daſs man die mit dem zu unterſuchenden Gas gefüllte Abſorptions-Röhre von der Brücke der Wanne, immer mit Queckſilber geſperrt, in jenen Behälter bringen könnte, wobei denn die atmoſphäriſche Luft keinen Zutritt hätte.

Herr Parrot nimmt an, daſs der Phosphor in einem ſauerſtoffhaltigen Stickſtoffgas über Queckſilber gerade ſo lange fortleuchte, bis alles Sauerſtoffgas vollſtändig zerlegt ſey. Er ſcheint keine Rückſicht auf die Möglichkeit zu nehmen, daſs das dabei entſtehende phosphorigſaure Gas, (deſſen Entſtehung er doch gleichfalls für wahrſcheinlich

hält,) so wie mehr oder minder oxydirte Phosphortheilchen, und andere mögliche Phosphor-Verbindungen, fähig seyn könnten, dem fortdauernden Leuchten des Phosphors endlich, auch bei der Gegenwart des Sauerstoffgas, Schranken zu setzen, und dass daher der Phosphor, so wie er hier angewandt wird, für keine Substanz anzunehmen sey, welche der atmosphärischen Luft alles Sauerstoffgas entziehen könne. Ich übergehe für jetzt die desfallsigen interessanten Beobachtungen der Herren Göttling und von Humboldt, und beziehe mich nur auf einige meiner Erfahrungen, die ich in der Schrift: *Ueber das Verhalten des Phosphors in den Gasarten*, bekannt gemacht habe, und wodurch es offenbar erwiesen wird, wie *äusserst nachtheilig unter andern auch phosphorhaltiges Wasserstoffgas*, (Phosphorgas,) und *Kohlenstoff-Wasserstoffgas auf das Leuchten des Phosphors in Stickstoffgas oder in atmosphärischer Luft wirken.* *) Dass diese bei-

*) Man vergleiche in meiner Abhandlung Abschn. 1, Abth. 4: Versuche zur Beantwortung der Frage: ob und in wie fern Gasarten und Dünste, welche dem Stickstoffgas, worin der Phosphor leuchtet, beigemischt oder beigemengt wurden, seinem Leuchten nachtheilig seyn können? — Hier fand ich unter andern, (Versuch 59 und 60,) dass *eine einzige* Würfellinie *phosphorhaltiges Wasserstoffgas*, (Phosphorgas,) zu 4 Würfelzollen *Stickstoffgas* oder 5 Würfelzollen *atmosphärischer Luft* hinzugelassen, das Leuchten des darin befindlichen Phos-

den Gasarten in atmosphärischer Luft, (die doch nie ganz trocken angewandt wird,) bei dem Leuchten des Phosphors entstehen können, wird sogar nach Hrn. Parrot's Meinung, (der den Phosphor vermuthlich aus Wasserstoff und Kohlenstoff zusammengesetzt hält,) nicht ganz unwahrscheinlich; weshalb denn der Phosphor nicht gerade die sicherste Substanz zur Sauerstoff-Messung seyn möchte.

So wenig ich die allgemeine Richtigkeit der Versuche, Resultate und Meinungen von Humboldt's, die er uns in seiner Abhandlung über die *chemische*

phors *augenblicklich* und *anhaltend* unterbrach; Erfahrungen, die ich seitdem mehr als hundertmahl immer mit gleichem Erfolge wiederhohlte. — Als ich eine Würfellinie *Kohlenstoff-Wasserstoffgas*, (durch Verkohlen der Sägespäne von büchenem Holze bereitet,) zu Phosphor brachte, der in Stickstoffgas leuchtete, so hörte sein *Leuchten augenblicklich* auf. Brachte ich nun noch 2 Theile Stickstoffgas, dann 2 Theile Sauerstoffgas hinzu, und setzte das Glasgefäs sogar in eine Wärme von 21° R., so leuchtete der Phosphor immer noch nicht. Setzte ich nach und nach noch 18 Theile atmosphärische Luft dazu, so fing nun erst der Phosphor an schwach zu leuchten. Ein andermahl mischte ich zu 300 Theilen Stickstoffgas, worin Phosphor leuchtete, 7 Theile Kohlenstoff-Wasserstoffgas: es hörte das Leuchten auf, und ward auch durch 400 Theile allmählig hinzugesetzten Sauerstoffgas nicht wieder erneuert. A. a. O., Versuch 61, 62 und 63. *B.*

Zerlegung des Luftkreiſes mittheilt, vertheidigen möchte, da ich ſelbſt ſchon öffentlich hier und da kleine Zweifel gegen einzelne Gegenſtände darin aufſtellte; ſo möchte ich dieſem verehrungswürdigen Gelehrten, der bisher allgemein für einen unſrer erſten Experimentatoren gehalten wurde, doch den Vorwurf nicht machen, daſs *ſeine Verſuche überhaupt zu flüchtig angeſtellt ſeyen*, indem man dadurch ihm und ſeinen zum Theil ſehr berühmten Mitarbeitern und Beobachtern gewiſs ſehr zu nahe tritt. Am wenigſten ſcheinen dieſen Vorwurf diejenigen Verſuche zu verdienen, die er uns in der Abhandlung über die dreifachen Verbindungen des Phosphors, Sauerſtoffs und Stickſtoffs mittheilt, da doch von Humboldt keine ſo groben Fehler begehen konnte, als man ihm hier vorzuwerfen ſcheint. Herr Parrot hat zwar bei der Beſchreibung ſeines Sauerſtoff-Meſſers ſich zugleich bemüht, von Humboldt's und anderer Naturforſcher hierher gehörige Erfahrungen und Schlüſſe durch einige Bemerkungen und Einwürfe zu ſchwächen; allein es ſcheint mir, als habe er ſeinen Zweck doch noch nicht erreicht. Auch haben ſolche bis jetzt um ſo weniger Gewicht, da Herr Parrot, wenigſtens damahls, *keinen Fontanaſchen Sauerſtoff-Meſſer beſaſs*, der doch nöthig iſt, um *vergleichende Verſuche* über dieſen Gegenſtand anzuſtellen.

Wäre ferner der Phosphor fähig, der mit Queckſilber geſperrten atmoſphäriſchen Luft alles Sauerſtoffgas zu entziehen, ſo müſsten die von mir oft

wiederhohlten Verſuche, (in meiner Schrift über das Verhalten des Phosphors in den Gasarten, S. 53,) anders ausgefallen ſeyn. Ich ließ nämlich hier zu Stickſtoffgas, das in einer genau graduirten Röhre eines Salpetergas-Sauerſtoff-Meſſers mit Queckſilber geſperrt war, und wo ſich in dem Gas ein Stück Phosphor befand, beſtimmte Quantitäten eines ſehr reinen, aus rothem Queckſilberoxyd bereiteten Sauerſtoffgas, (es enthielt höchſtens $\frac{1}{96}$ Stickſtoffgas.) Allein ich beobachtete niemahls, daſs durch das Leuchten des Phosphors die Gasſäule gerade um ſo viel vermindert wurde, als das hinzugeſetzte Sauerſtoffgas betragen hatte. Es blieben einigemahl von 80 und 100 Graden 4, 6 und mehr übrig, und bei der Prüfung ſolcher Rückſtände im Salpetergas-Sauerſtoff-Meſſer fand ich öfters noch einige Grade Verminderung.

Herr Parrot iſt der Meinung, (*Annalen*, X, 205,) daſs der Phosphor durch Temperatur-Verminderung aus dem Gas, worin er aufgelöſt iſt, ſich als ein gelbes Pulver niederſchlage, wie z. B. der Ruſs durch Erkältung. Allein dagegen ſprechen meine öfters wiederhohlten Erfahrungen, nach denen offenbar das Sonnenlicht hierbei Einfluſs hat, und ſolches Pulver ſich weniger, oder gar nicht, bei abnehmender, ſondern vorzüglich nur bei zunehmender und hoher Temperatur an den von der Sonne beſchienenen Stellen anſetzt. *) Nur weni-

*) Man vergl. Scherer's *allg. Journal der Chemie*,

ge Fälle kamen mir vor, wo in Glasröhren, die mit Stickstoffgas oder Wasserstoffgas gefüllt und gehörig verschlossen waren, sich auch bei einem schwachen Tageslichte ein gummigutt-gelbes Phosphorpulver absetzte, welches man für einen durch Kälte bewirkten Niederschlag hätte halten können. Indess machte ich seitdem auch bei einer Temperatur von — 2° R. die Erfahrung, dass sich das Phosphorpulver nur da an das Glasrohr anlege, wo das Sonnenlicht hinfällt, ja, dass dieses auch, wiewohl langsamer, durch schwach reflectirtes Sonnenlicht geschähe. Hätte hierbei das Licht keinen Einfluss, so müsste sich der bei einer Temperatur von + 20 bis + 30° R. aufgelöste Phosphor, in einer fortdauernden Kälte von wenigstens — 2° R., *allgemein* im Glasrohre abgesetzt haben; so blieben aber hier die Glasflächen unter den mit schwarzer Tuschfarbe gezogenen Gürteln *völlig rein*, während die nicht bedeckten Stellen mit einem dichten, aber scharf begrenzten Phosphorpulver belegt wurden. — Ob übrigens dergleichen aufgelöster, in einem Gas schwebender Phosphor einen bedeutenden Einfluss auf das Volumen des Gas haben könne, kann ich vor der Hand noch nicht angeben, da mir darüber eigne, mit besonderer Genauigkeit angestellte Versuche noch fehlen.

Heft 27, S. 243: Versuche über den besondern Einfluss des Lichts auf den in den Gasarten aufgelösten Phosphor. *B.*

Die nicht wohl zu läugnende, und von Herrn Parrot und andern auch zugeſtandene Entſtehung eines phosphorigſauren Gas möchte indeſſen in Abſicht der Menge nicht immer conſtant ſeyn; ſchon Parrot und Berthollet ſtehen deſshalb mit einander in Widerſpruch. Ich glaube, daſs auch bei gleichen Dimenſionen der Abſorptions-Röhren, bei gleichen Quantitäten und Oberflächen der angewandten Phosphorſtücke, bei gleichen Zuſtänden des Phosphors in Abſicht ſeiner Oxydation, bei gleicher Elaſticität, Feuchtigkeit und Wärme des zu prüfenden Gas, das phosphorigſaure Gas doch nicht immer in gleicher Menge entſteht, da der Miſchungszuſtand der zu unterſuchenden atmoſphäriſchen Luft und andere Umſtände Abweichungen veranlaſſen könnten; und überhaupt, wie ſchwer möchte es auch nur ſeyn, keine der ſo eben vorausgeſchickten Bedingungen zu vernachläſſigen oder ſie nur alle möglich zu machen? Wenn auch wirklich dergleichen Abweichungen geringe ſeyn ſollten, ſo betragen ſie doch wenigſtens mehrere Tauſendtheile, wo nicht gar Hunderttheile. Und was hilft uns überhaupt bis jetzt ein Sauerſtoff-Meſſer, der Tauſendtheile unmittelbar angiebt, ſo lange wir den wahren Sauerſtoffgehalt der Atmoſphäre noch nicht auf Hunderttheile zu beſtimmen wiſſen? — Wie gerne möchte ich meinen täglichen meteorologiſchen Beobachtungen auch die von der ſo wichtigen Sauerſtoff-Meſſung unſrer Atmoſphäre beifügen! Allein ich kenne keinen Sauerſtoff-Meſſer, dem

ich, zu diesem Endzwecke, völliges Zutrauen schenken könnte, und muss daher vor der Hand diese Arbeit immer noch unterlassen.

Ich gehe nun nach diesen vorangeschickten Bemerkungen, *welche das Zutrauen zu der Richtigkeit des Parrotschen Phosphor-Sauerstoffmessers einigermaßen schwächen dürften*, zu seinen neuen Versuchen, worauf sich seine Theorie gründet, selbst über. Er beschreibt hier zuerst einen Versuch, (*Annalen*, X, 167, und Voigt's *Magazin*, B. 2, St. 3, S. 3,) wo *getrocknete* und *feuchte* atmosphärische Luft der Einwirkung des Phosphors in seinen Sauerstoff-Messern ausgesetzt wurde. Die Resultate in Absicht der Absorption oder Zerlegung des Sauerstoffgas waren, wenigstens scheinbar, ungleich, und Herr Parrot schreibt dieses dem aus der feuchten Luft bei diesem Prozesse niedergeschlagenen Wasser zu, welches ihr in elastischer Form beigemischt war. Es wird hier aber nicht erwähnt, ob dieser Versuch öfters und unter gleichen Umständen wiederhohlt wurde, und ob man dabei immer eine gleiche Differenz zwischen den Raumsverminderungen beider Arten von Luft von 0,02036, (nach Hrn. Gilbert's vorgenommner Correction,) gefunden habe? Diese Wiederhohlung wäre um so nöthiger, da Herr Parrot gröstentheils auf diesen Versuch seine weitumfassende neue Theorie gründete. Es findet daher immer noch der Zweifel statt, (wenn wir auch alle andere Bemerkungen übergehen wollen,) ob nicht jene beobachtete Dif-

ferenz, in Abſicht ihrer Gröſse, bloſs zufällig war, und alſo die Vergleichung und ſcheinbare nahe Uebereinſtimmung mit Sauſſüre's bemerkter Volumenszunahme der mit Feuchtigkeit geſättigten Luft um 0,01852 gleichfalls nur zufällig, und nicht conſtant wäre? Und dann bedürften alſo auch der Schluſs, daſs bei der Zerſetzung des Sauerſtoffgas in der atmoſphäriſchen Luft durch Phosphor alle darin enthaltnen wäſsrigen Dünſte niedergeſchlagen werden, ſo wie die übrigen Folgerungen, erſt noch weiterer Beſtätigungen, und können noch lange nicht als ausgemachte Thatſachen betrachtet werden.

Herr Parrot hält ferner den *Dampf*, welcher erfolgt, wenn man zu Phosphor-Stickſtoffgas feuchte atmoſphäriſche Luft läſst, für einen *Niederſchlag der Feuchtigkeit*. Der graue Nebel bei Tage, und das Leuchten des Phosphors bei Nacht, ſind nach ihm zwei von einander verſchiedne, aber gleichzeitige Phänomene; wobei jenes Dampfen des Phosphors bloſs *Dämpfe des niedergeſchlagnen Waſſers* ſeyn ſollen. Da aber dieſe Behauptungen gegen die bisherige allgemeine Meinung aller Naturforſcher ſtreiten, ſo bedürfen ſie ſchon deshalb eines gründlichen Beweiſes, und daher einer genauern Beſchreibung der Verſuche, wodurch ſich nämlich Herr Parrot von dieſen neuen, ſchwer zu erweiſenden Sätzen überzeugt habe. Wenn ich mein phyſiſches Glaubensbekenntniſs hierüber mit Aufrichtigkeit ablegen ſoll, ſo kann ich mich bis jetzt nicht wohl mit Hrn. Parrot hierin vereinigen, da

ich doch das Leuchten und Dampfen des Phosphors unter ſo mancherlei Umſtänden und ſo oft genau beobachtet habe. Ich glaube vielmehr immer noch, daſs ſich jeden Augenblick vom Phosphor, der ſich z. B. in atmoſphäriſcher Luft befindet, eine ſehr groſse Menge unendlich kleiner Theilchen losreiſst, daſs ein groſser Theil derſelben ſich dann durch Zerlegung des ihn umgebenden Sauerſtoffgas (oder auch Stickſtoffgas, da Hrn. Göttling's Theorie immer noch nicht widerlegt iſt,) ſogleich in phosphorige Säure verwandelt, und daſs dieſe dadurch, und durch die nöthige Anziehung der Feuchtigkeit, um ein beträchtliches ſpecifiſch ſchwerer, als der ungeſäuerte Phosphor wird, und ſich ſo als ein Dampfſtrom gewöhnlich niederwärts ſenkt.

Die Beobachtungen mit *Fliegen* in trockner und feuchter atmoſphäriſcher Luft, (*Annalen*, X, 170, und Voigt's *Magazin*, S. 9,) ſind zwar merkwürdig, aber doch noch nicht hinreichend entſcheidend, um Herrn Parrot's Theorie daraus vollkommen zu beſtätigen. Denn es könnte gar wohl das in den Gläſern beobachtete Waſſer nur ein neues Produkt ſeyn, oder doch von einer, nicht eben nach Herrn Parrot's Theorie erfolgten Abſetzung des in der Luft befindlichen Waſſers herrühren. Nehmen wir z. B. jene Waſſertropfen als ein Produkt aus der Fliege an, ſo könnte man ſagen, daſs dieſes einzelne Thierchen ſich in der *feuchten* Luft beſſer befunden habe, als jene 5 Fliegen in *trockner* Luft, und daſs daher dieſe innerhalb dreier Tage mehr Waſſer

erzeugte, als die 5 andern Fliegen. Wie groſs aber die Quantität dieſes neu erzeugten Waſſers in eingeſchloſsner mehr oder minder trockner Luft durch Fliegen ſeyn könne, iſt mir wenigſtens nicht bekannt. Auch zweifle ich, daſs überhaupt hierüber bereits genaue Verſuche vorhanden ſind; und es läſst ſich daher nicht wohl beſtimmen, in wie fern Herrn Parrot's Urtheil hierüber gegründet ſey, daſs nämlich ſolche Erzeugung, (oder auch nur die Ausdünſtung,) an Gewicht und Umfang doch nicht mehr betragen könne, als ihr ganzer Körper an Gewicht und Umfang ausmacht.

Ungeachtet die Fliegen bei gegenwärtiger Jahreszeit ſelten zu bekommen ſind, ſo fand ſich doch eine, die ich wohlbehalten in ein trocknes, mit der Luft meines Zimmers gefülltes, weiſses 4-Unzen-Glas brachte, nachdem ich zuvor ein hinlängliches Stück Zucker zur Nahrung hineingelegt hatte. Hierauf verſchloſs ich die Oeffnung aufs genaueſte, und legte das Glas auf den Tiſch, der in einem temperirten Zimmer ſtand. Die Fliege lebte 13 Tage lang, ſaſs bald an dem Zucker, bald an andern Stellen der Glaswand. Nach einigen Tagen bemerkte ich an der Glasfläche hier und da Waſſertropfen, die etwa 1 Linie Durchmeſſer, aber nur eine geringe Convexität hatten. Es kamen davon täglich einige mehr zum Vorſchein; allein ich beobachtete keinen feinen gleichförmig vertheilten Waſſerdunſt, ſo wie ich mir vorſtelle, daſs er nach Herrn Parrot's Theorie erfolgen müſste; auch ſchienen die einzel-

nen Tropfen nicht etwa aus einem abgesetzten Dunste zusammengeflossen zu seyn. Die Fliege hatte inzwischen einen bemerkbaren Theil des Zuckers verzehrt. Am 13ten Tage fand ich sie ihrem Ende nahe; sie konnte nicht mehr vollkommen herumlaufen, ihre Füsse schienen gleichsam gelähmt zu seyn. Ich öffnete daher das Glasgefäs, um etwa nöthige frische Luft hinzuzulassen, allein ich fand keine Besserung an ihr, und am Abend war sie todt. Ich nahm nun mittelst eines reinen und trocknen Haarpinsels von jenen Wassertröpfchen heraus, und fand sie so süs, wie ziemlich dicken Zuckersyrup. Durch diese Erfahrung, die ich bei erster Gelegenheit wiederhohlen werde, wird es mir um so wahrscheinlicher, dass diese Feuchtigkeit ein Produkt aus der Fliege ist, und dass die Tropfen entstanden, indem sich die Fliege an solchen Stellen eine Zeit lang aufgehalten hatte.

Es brachten ferner nach Hrn. Parrot 12 Fliegen in atmosphärischer Luft nur eine Verminderung von 0,015 Theilen nach seinem Sauerstoff-Messer hervor, und hieraus wird nun, wie es scheint, von ihm geschlossen, dass bei diesem Prozesse die Menge des erzeugten kohlensauren Gas dem Volumen nach beinahe dem Umfange des zersetzten Sauerstoffgas gleich, dem Gewichte nach aber gröser sey. Dieser Versuch, so wie er wenigstens hier beschrieben ist, zeigt aber blos, dass sich die Luft um 0,015 Theile vermindert habe, hingegen nicht, ob z. B. noch 0,215 Theile, oder weniger, Sauerstoffgas rück-

rückſtändig, oder 0,215 Theile, oder weniger, kohlenſaures Gas entſtanden ſey.

Es iſt alſo auch überhaupt der aus dieſen Verſuchen mit Fliegen gezogene Schluſs, nämlich: daſs *der thieriſche Lebensprozeſs die Waſſerdünſte aus der atmoſphäriſchen Luft durch die Entziehung des Sauerſtoffgas niederſchlage*, wie ich glaube, noch nicht hinlänglich begründet.

Der Verſuch mit den in trockner und feuchter Luft verbrannten *Wachslichtern*, (*Annalen*, X, 170, und Voigt's *Magazin*, S. 14,) iſt, wie es mir ſcheint, noch zu unſicher, um in dieſer Sache für entſcheidend gelten zu können; wie dieſes auch Herr Parrot ſelbſt zum Theil bemerkte.

Auch die Erfahrung mit den *Kohlen*, (*Ann.*, X, 171, und Voigt's *Magazin*, S. 15,) beweiſt nicht nur nichts weiteres als der vorige Verſuch, ſondern Herr Parrot geſteht es zu, daſs er noch Zweifel gegen die Statthaftigkeit ſeiner Meinung zurücklaſſen könne.

Die folgenden Verſuche, (*Annalen*, X, 171, und Voigt's *Magazin*, S. 17,) welche angeſtellt wurden, um den aus dem Bisherigen gezogenen Schluſs noch mehr zu erweitern, daſs nämlich *nicht die Oxydation ſelbſt, auch nicht die oxydirbaren Subſtanzen, ſondern daſs die bloſse Abweſenheit des Sauerſtoffgas den Niederſchlag der Dünſte allein verurſache*, oder, *daſs Stickſtoffgas und kohlenſaures Gas für ſich allein kein Waſſer aufgelöſt enthalten können*, ſcheinen mir gleichfalls bis jetzt noch nicht ganz genü-

gend zu seyn, und ich nehme mir daher die Freiheit, auch über sie einige Bemerkungen zu machen. Nämlich *erstens:* dass ich das von Herrn Parrot gebrauchte Stickstoffgas, vermöge der Art, wie er es erhalten hat, nicht *als völlig rein annehmen* kann, wie solches unter andern aus meiner Schrift: *Ueber das Verhalten des Phosphors in den Gasarten*, erhellt. *) — *Zweitens* entsteht die Frage: *wie die beiden Fläschchen*, deren oberes mit trocknem Stickstoffgas, das untere mit feuchter atmosphärischer Luft gefüllt war, *mit einander vereinigt wurden*, dass *durchaus keine Communication mit der äussern atmosphärischen Luft dabei denkbar blieb.* Waren die Fläschchen vielleicht mit ineinander geschliffenen genau passenden Hälsen und gläsernen Hähnen versehn; oder mit messingenen Hälsen und eingeschmirgelten Hähnen; oder waren es etwa nur Arzneikölbchen, die nach geschehener Wegnahme der Pfropfe aufeinander gesetzt, und nachher schnell verkittet wurden? Es wäre, wie mich dünkt, sehr nöthig gewesen, diese Vorrichtung genau zu bestimmen, um diesem Versuche die gehörige Beweiskraft zu geben. Denn wenn z. B. der letztere, nicht unwahrscheinlich supponirte Fall statt gefunden hätte, so müssten die Hände ganz gewiss noch eine Zeit lang dabei im Spiele gewesen seyn; und so

*) Meine Schrift: Ueber das Verhalten des Ph. in den Gasarten, erster Abschnitt, erste Abtheil., S. 39 u. f. w. B.

könnte denn auch, bei sonst gleicher Temperatur im Zimmer überhaupt, jene Trübung und der Niederschlag an den Wänden in den kleinern mit atmosphärischer Luft gefüllten Fläschchen, der sich in der Folge aber wieder verlohr, dadurch veranlasst worden seyn.

Diesen anfänglichen Niederschlag des Wassers, welcher sich nach einiger Zeit verminderte und endlich verlohr, erklärt Herr Parrot sehr sinnreich nach seiner Hypothese folgendermaßen: Es verband sich bei der Communication beider Gasarten untereinander das reine Stickstoffgas mit dem Sauerstoffgas der atmosphärischen Luft. Der Rückstand in der Flasche, der nun weniger Sauerstoffgas enthielt als zuvor, war jetzt unfähig, noch eben so viel Wasserdünste zu enthalten; er mußte den Theil derselben, womit er übersättigt war, fallen lassen; denn das fortgehende Sauerstoffgas nahm die Wassertheilchen nicht mit sich. Es verließ solche, weil es nach der Voraussetzung des Hrn. Parrot's mehr Verwandtschaft zum Stickstoffgas als zum Wasser hat. Sobald sich nun in dem größern Fläschchen das hineingedrungene Sauerstoffgas mit dem Stickstoffgas vereinigt hatte, konnte diese Mischung wieder nach Verhältniss ihres Gehalts an Sauerstoffgas Wasser auflösen, und sie löste wirklich die Wassertheilchen auf, welche bei der Berührung beider Gasarten sich im Halse niedergeschlagen hatten; daher war auch der Niederschlag an den Wänden des kleinern Gefäßes nur geringe. Als endlich die

völlige Mischung beider Gasarten vollständig geschehen war, so enthielten beide Flaschen ein Gemisch, welches nach Verhältniss des Sauerstoffgas, das es enthielt, wieder fähig war, Wasser aufzulösen; daher verschwand das vorher niedergeschlagne Wasser allmählig.

Es ist nicht zu läugnen, dass diese Erklärung der von Herrn Parrot beobachteten Phänomene beim ersten Anblicke gewiss *sehr einleuchtend* ist; doch entstehn bei näherer Prüfung manche nicht unerhebliche Zweifel. Denn *erstlich* dürfte, nach den oben angeführten Bemerkungen, die Richtigkeit der Thatsachen in diesem Versuche noch ungewiss seyn: *zweitens* sind die als Beweisgründe angenommenen Erfahrungen der vorhergehenden Versuche, und die daraus gefolgerten Sätze noch keinesweges vollständig erwiesen: und *drittens* ist, wenn man auch die Richtigkeit jener Versuche und Sätze einstweilen zugiebt, doch noch nicht alles so ganz klar, indem Herrn Parrot's *chemische Erklärung* nach den Verwandtschaftsgesetzen noch sehr problematisch ist; denn wir wissen ja im Grunde noch nicht einmahl gewiss, ob die künstliche Zusammensetzung der atmosphärischen Luft aus Stickstoffgas und Sauerstoffgas wirklich ein *wahres chemisches Gemisch* oder nur *ein Gemenge* ist, und noch viel weniger ist entschieden, ob die Verwandtschaft des Sauerstoffgas zum Stickstoffgas wirklich so gross ist, als hier angenommen wird.

Gesetzt aber auch, der im letzten Versuche beobachtete anfängliche Niederschlag des Wassers erfolge wirklich so, und, wie Herr Parrot es annimmt, nach Verwandtschaftsgesetzen, so läfst es sich doch noch nicht wohl einsehen, auf was Art dann in der Folge eine *Wiederauflösung* des niedergeschlagenen Wassers statt haben könnte? Denn das Stickstoffgas vermag der atmosphärischen Luft nicht wohl mehr Sauerstoffgas chemisch zu entziehen, als es die angenommene starke Verwandtschaft des Stickstoffs zum Sauerstoffe höchst nöthig macht, da das Sauerstoffgas ja ohnehin von dem Stickstoffgas der atmosphärischen Luft schon gebunden seyn mufs. So lange nun keine weitere neue Verwandtschaftsänderung mit dem gegenseitig gebundnen Sauerstoffe und Stickstoffe vor sich geht, und dies kann bei Herrn Parrot's angeführtem Versuche nicht wohl seyn, mufs auch die gegenseitige Anziehung jener beiden Stoffe zu einander fortdauern. Daher kann dieses durch Stickstoffgas einmahl gebundne Sauerstoffgas fortdauernd nicht mehr auf das gleich anfänglich aus ihm niedergeschlagne Wasser chemisch wirken, und es auflösen. Wenn ich nicht irre, so dürfte folgende bekannte Erfahrung dieses analogisch erklären. Betrachten wir z. B. die Eigenschaften des *Alkohols*, des *Harzes* und des *Wassers*, (nämlich dafs Alkohol Harz auflöst, solches aber durch hinzugemischtes Wasser aus seinem Auflösungsmittel wieder gefällt wird,) und vergleichen wir diese gegenseitigen Wirkungen mit-

einander; so können wir, nach Herrn Parrot's aufgestellter Theorie, hier Wasser für Stickstoffgas substituiren, denn Wasser löst kein Harz, Stickstoffgas kein Wasser auf; ferner können wir für Alkohol Sauerstoffgas, (oder atmosphärische Luft,) nehmen, denn Alkohol löst Harz, Sauerstoffgas aber Wasser auf; endlich läßt sich für das im Alkohol aufgelöste Harz das im Sauerstoffgas aufgelöste Wasser substituiren. Füllen wir also Hrn. Parrot's gröfseres Fläschchen, (für Stickstoffgas,) mit Wasser, das kleinere hingegen, (für feuchte atmosphärische Luft,) mit Alkohol, worin sich Harz aufgelöst befindet, und setzen wir beide Flüssigkeiten eben so in Communication miteinander, so wird bei der allmählig vor sich gehenden Vermischung des Alkohols mit der weit gröfsern Quantität Wasser, das Harz niedergeschlagen werden, gerade wie Herr Parrot beobachtete und annimmt, dafs im letztern Versuche das Wasser gefällt wurde. Allein das einmahl gefällte Harz löst sich in der Mischung von viel Wasser und wenig Alkohol nicht wohl mehr auf; und eben so sollte in dem ähnlichen Gemische jener beiden Gasarten das einmahl abgesetzte Wasser nicht wieder aufgelöst werden. Ist aber dieses alles gegründet, was ich hier anführte, so verliert jener Versuch seine sonstige Beweiskraft.

Herr Parrot macht in der Folge selbst die Bemerkung, (*Annalen*, X, 172, und Voigt's *Magazin*, S. 20,) dafs man sich bei dem vorigen Versuche

sehr leicht, theils in der *Manipulation*, theils in der *Beobachtung*, *irren* könne, und wiederhohlte deshalb jenen Versuch nochmahls, nur mit dem Unterschiede, dafs er für *atmosphärische* Luft *Sauerstoffgas* substituirte, welches mit Wasser gesättigt war. Hier schien die Menge des Niederschlages etwas gröfser zu seyn. Mich dünkt, dafs das bei dem vorigen Versuche Gesagte auch vollkommen hierher pafst.

Bei den bisher angeführten und andern, mir wenigstens, noch übrig gebliebenen Zweifeln, kann ich denn das aus diesen beiden letztern Versuchen gezogene Hauptresultat des Hrn. Parrot's noch nicht für erwiesen annehmen, dafs nämlich die *blofse Entziehung des Sauerstoffgas, ohne eine eigentliche Oxydation hervorzubringen, allein schon einen Niederschlag des Wasserdunstes bewirke*, und dafs also *die atmosphärische Luft nur vermöge ihres Gehalts an Sauerstoffgas Wasser in sich aufgelöst enthalten könne.*

Die fernern beiden letzten Versuche des Herrn Parrot's, (*Annalen*, X, 172, und Voigt's *Magazin*, S. 21,) sind nach dem, was ich über die vorangegangenen bemerkt habe, von einem weit geringern Interesse, als sie es seyn würden, wenn die Richtigkeit der andern vollkommen erwiesen wäre. Ich enthalte mich daher einstweilen aller fernern Aeufserungen über sie, ob sich gleich noch mancherlei hiebei würde sagen lassen.

Die wahre Schätzung der so sinnreich aufgestellten Theorie des Hrn. Parrot's läfst sich nach dem bisher Gesagten noch nicht geben; aus welchem Grunde ich mich auch in keine Untersuchungen über ihre Anwendung auf Meteorologie überhaupt einlasse, sondern für jetzt blofs bei denen zur Grundlage dienenden 11 Versuchen stehen bleibe. — Ich hoffe indessen, dafs Herr Parrot, den ich übrigens als einen sehr thätigen und denkenden Naturforscher ehre, mir die hier aus reiner Wahrheitsliebe vorgetragenen Zweifel nicht nur vergeben, sondern dafs er mir vielleicht, als einem Gelehrten, dem die Naturforschung mit ganzer Stärke am Herzen liegt, und der vor allen Dingen immer zuerst Wahrheit sucht, sogar freundschaftlich danken werde, ihm Gelegenheit und Ermunterung gegeben zu haben, seine grofse und scharfsinnige Erklärungsart eines der wichtigsten Naturgesetze näher und schärfer zu untersuchen; denn nur eine tiefe, weise und anhaltende Forschung giebt uns endliche Gewifsheit, nach welcher wir doch alle streben müssen.

III.

VERSUCH
einer phyſiſchen Theorie der Voltaiſchen Säule,

vom

Profeſſor ERMAN
in Berlin.

Ausgezogen aus einem Briefe an den Herausgeber.

Berlin im April 1802.

— — Erlauben Sie noch, verehrteſter Freund, daſs ich Ihnen in aller Kürze die Skizze einer Hypotheſe mittheile, die meines Erachtens den Phänomenen der Säule ziemlich gut entſpricht, und die zur Zeit das Reſultat der Prüfungen iſt, die ich über dieſen Gegenſtand angeſtellt habe. Von den Thatſachen, auf die ich mich ſtütze, ſind einige bereits in den Aufſätzen dargethan, die Sie von mir in die Annalen aufgenommen haben; die übrigen ſind theils bekannt, theils werde ich ſie hier ganz kurz andeuten. Ich würde dieſe Theorie, die ich ſchon ſeit einem Jahre durch Verſuche prüfe, Ihnen noch nicht mitgetheilt haben, hätten Sie nicht ſelbſt, (*Annalen*, X, 241,) die Frage aufgeworfen, ob die feuchten Leiter in der Voltaiſchen Säule nicht vielleicht durch *Vertheilung* der Electricität wirken. Sehen Sie alſo dieſen Theil meines Brie-

fes als die Beantwortung einer Frage an, die ich mir selbst früher vorgelegt hatte. Mein Wunsch wird übrigens erfüllt seyn, wenn Sie über meine Hypothese so urtheilen, wie ich, das heifst, wenn Sie von ihr sagen:

Est quod nec tenebras nec possis dicere lucem.

---

1. *Zwei heterogene Metalle verändern während der Berührung ihren electrischen Zustand hauptsächlich und beinahe ausschliefsend durch Vertheilung.*

Legt man zwei heterogene Metallplatten übereinander, und bringt, *während ihrer wechselseitigen Berührung*, die obere an den Condensator, so erhält man nur äufserst schwache Spuren von Electricität. Hält man aber die obere Platte isolirt von der untern ab, um sie allein am Condensator zu prüfen, so erhält man einen Grad der Divergenz, der um sehr vieles stärker ist, und den ich auf das 20- bis 30fache des erstern schätze. Aus diesem Versuche, den ich oft und sorgfältig wiederhohlt habe, glaube ich schliefsen zu müssen, dafs *während der Berührung* die Metalle ihre Electricität wechselseitig binden, ungefähr wie es die übereinander gelegten Condensatorplatten thun, die bei schwächern Graden der Electricität nur nach der Trennung auf das Electrometer wirken. Da nun aber die Wirkung der Säule nicht beim Trennen, sondern während *der Berührung* der Platten eintritt, so mufs

auch die Erklärung ihrer Phänomene hauptsächlich, wo nicht ausschliefslich, aus den Erscheinungen der sich berührenden Platten abgeleitet werden.

Dafs *Vertheilung* und nicht freie *ungehinderte Mittheilung der E*, die wechselseitige Einwirkung der heterogenen Metalle begründet, erhellt übrigens aus mehrern andern Umständen. 1. Die beiden Metalle zeigen nach der Trennung nicht Eine Art und Einen Grad der *E*, der in beiden gleich wäre, gleichsam einen mittlern Zustand zwischen dem eigenthümlichen vorhergehenden Zustande jedes individuellen Metalles, wie es die freie Mittheilung erforderte. 2. Es ist nicht nothwendig, dafs beide Metalle isolirt seyen, man kann, (*und mufs* sogar, wenn man die gröfstmögliche Wirkung auf den Condensator erhalten will,) die eine Platte ableitend berühren. Fände eine ungehinderte Mittheilung statt, so müfste dann alle *E* sich von der obern Platte durch die untere, mittelst des guten Ableiters, in den Boden ergiefsen. 3. Die respectiven Entfernungen der Drähte und Mitteldrähte im Gasapparate modificiren die Phänomene sehr wesentlich, und ganz den Gesetzen der durch *Vertheilung* entstehenden Atmosphären gemäfs.

II. *Die Fläche des Silbers, die den Zink berührt, wird + E, die entgegengesetzte, (die Kehrseite,) wird — E.* Mit der *Zinkplatte* verhält es sich umgekehrt; ihre Berührungsfläche wird — *E*, die Kehrseite + *E*. (S. Taf. II, Fig. 1. Hier und in allen

übrigen Figuren bedeutet die gröfsere Platte den Zink, und die kleinere das Silber.)

Warum ich mir das Spiel der Vertheilung gerade so denke, wird sich weiter unten zeigen.

III. *Läge unter und über diesem ersten Plattenpaare AB, ein zweites und drittes D, C,* (Fig. 2,) so würden sich die durch das Spiel der Atmosphären an den Kehrseiten von *A* und *B* zurückgedrängten Electricitäten gerade in den nämlichen Umständen befinden, wie diejenigen, die an den Berührungsflächen erregt werden. Die Kehrseiten von *A* und *B* würden in Rücksicht auf *C* und *D* zugleich Berührungsflächen seyn; folglich würde das mittelste Paar *AB*, nach oben sowohl als nach unten zu, gleiche entgegengesetzte Grade von *E* annehmen, alles daher im Gleichgewichte bleiben, und die drei Plattenpaare würden mehr nicht als ein einziges wirken.

Dafs dieses den Thatsachen entspricht, ist bekannt genug.

IV. *Berührt jede Kehrseite des isolirten Plattenpaares AB einen Leiter,* (wie in Fig. 3, wo man sich auf jeder der äufsern Flächen einen Glascylinder voll Wasser angebracht denke,) so wird das Silber sein $-E$, und der Zink sein $+E$ schon dadurch freier und kräftiger zurückdrängen können, und die Ladung der Berührungsflächen wird ungehinderter vor sich gehn.

Blofs durch dieses Anbringen eines Leiters tritt also schon ein Unterschied zwischen dem electri-

schen Zustande der Berührungsfläche, (wo die Spannung wegen des wechselseitigen unmittelbaren Einflusses der beiden Metalle am gröfsten seyn mufs,) und dem Zustande der Kehrseiten ein, wo der angebrachte Leiter dem Ausweichen der zurückgedrängten $+E$ und $-E$ mehr Spielraum darbietet. Man erinnere sich an die Erscheinungen der zu ladenden Flasche, des Electrophors und des Condensators.

Wir sehn hieraus, dafs wir von der gemeinschaftlichen Berührungsfläche des A und B auszugehn haben, indem die vertheilende Wirkung leichter von dieser Mittelfläche aus nach oben und unten zu geschehen mufs. Dieses ist das Element des Polarisirens der Säule. Nach der Richtung zu, wo der Zink liegt, wird das $+E$ zurückgedrängt, und das $-E$ nach der Seite hin, wo sich das Silber befindet.

V. *Feuchte Leiter haben durchgängig die Eigenschaft, dafs, wenn sie der entgegengesetzten electrischen Wirkung der heterogenen Metalle ausgesetzt sind, sie sich der Länge nach in zwei Zonen theilen, deren jede ihre eigne Electricität zeigt.*

Diese Eigenschaft, die ich durch sehr viele Thatsachen erwiesen habe, eignet die feuchten Leiter ganz wesentlich zur Mitwirkung in der Voltaischen Säule. Sind drei Plattenpaare durch zwei feuchte Leiter, (1, 2, Fig. 4,) getrennt, so können nun die Kehrseiten von A und B ihr $+E$ und $-E$ nach oben und nach unten zurückdrängen, ungeachtet

die Plattenpaare *C* und *D* eine gleiche Wirkung äufsern; und so bleibt auch in diesem Falle der für die Polarität der Säule nothwendige Unterschied zwischen dem electrischen Zustande der Berührungsfläche und dem der Kehrseite. Dieser würde aber gänzlich wegfallen, wenn man die Plattenpaare, statt durch feuchte Leiter, durch vollkommne Leiter getrennt hätte, wo, eben durch die vollkommne Leitung, die Kehrseiten den nämlichen Grad der electrischen Spannung erhalten würden, als die Berührungsflächen, und wo daher alles im Gleichgewichte bleiben müsste, wie in Fig. 2.

VI. Fig. 5 stellt eine Säule von mehrern Schichtungen vor. *Die gemeinschaftliche Berührungsfläche des mittelsten Plattenpaares AB ist der Mittelpunkt, von wo aus die Vertheilung nach oben und nach unten ausgeht.* Dieser Punkt ist folglich völlig indifferent, ist o *E*.

Ich weifs durch die sorgfältigste Prüfung, dafs bei einer noch so kräftigen Säule, wenn sie nur gut isolirt ist, dieser Mittelpunkt, (oder diese Mittelfläche,) selbst am besten Condensator, keine Spur von *E* giebt. Hier ist also alles durch Gegenwirkungen gebunden und in das vollkommenste electrische Gleichgewicht gesetzt.

Nach unten zu, in der Richtung I, II, III, (Fig. 5,) nimmt selbst bei isolirten Säulen das — *E* allmählig von Paar zu Paar zu, so dafs es bald ohne Condensator das Electrometer afficirt. Dieses Phänomen, bei weitem das wichtigste in der Theorie der Säule,

denke ich mir so: Die untere Fläche des feuchten Leiters I ist durch die Einwirkung des folgenden Paares *C*, mit dem sie in Berührung ist, + *E* geworden. Dadurch zieht sie etwas kräftiger das — *E* ihrer obern Fläche an. *B* kann also dadurch schon sein — *E* viel leichter in den Leiter I zurückdrängen, und erhält so eine stärkere Ladung. In II findet das nämliche statt, wie in I; folglich kann von *B* aus immer mehr — *E* nach unten zu ausgetrieben werden. Dazu kömmt nun der wichtige Umstand, dass alle Plattenpaare, die zwischen I, II und III liegen, ebenfalls, aus besagtem Grunde, ihr — *E* mehr nach unten zu ausstossen müssen, wo es durch das + *E* angezogen und gebunden wird, als nach oben hin gegen den Nullpunkt, wo es durch die negativen Atmosphären von *B*, *C* u. s. w. zurückgestossen wird. So muss mit jedem hinzukommenden Paare die nach unten abgestossne negative Electricität einen neuen Grad der Stärke bekommen, und diese Grade des Wachsthums müssen unter sich gleich seyn.

Nach oben zu, in der Richtung 1, 2, 3, geschieht, vom Mittelpunkte aus, das nämliche, nur umgekehrt. Die Zinkplatte *A* stösst nach oben zu ihr + *E* leichter aus, weil der sie berührende feuchte Leiter durch die Wirkung des folgenden Plattenpaares in seiner obern Fläche — *E* geworden ist, und dadurch das + *E* in seiner untern Fläche kräftiger zieht. Wie dieses von Paar zu Paar bis zum äussersten positiven Pole zunimmt, ist eben beim negativen erklärt worden.

VII. *Bleibt eine ſolche Säule iſolirt*, ſo findet an jedem Pole ein nur ſchwaches Ausſtoſsen von + *E* und — *E* ſtatt, weil bei jedem Plattenpaare entgegengeſetzte *E* vorhanden ſind, die ſich wechſelſeitig binden und ſich gröſstentheils in Gleichgewicht halten; nur der ſchwache Ueberſchuſs, der durch die Wirkungsart der feuchten Leiter entſteht, wird an den Polen der Säule bemerkbar.

VIII. *Bringt man aber den einen Pol mit dem Boden in leitende Verbindung*, ſo beobachtet man Folgendes:

1. Der berührte Pol, (der poſitive zum Beiſpiele,) verliert alle Wirkung auf das Electrometer. Er hat ſein überſchüſſiges + *E* ganz abgeſtoſsen, und einen correſpondirenden Theil — *E* aus dem Boden angezogen; folglich iſt da o *E* eingetreten.

2. Der berührende Körper wird + *E*, wenn er iſolirt iſt, weil er von ſeinem — *E* abgegeben hat.

3. Weil das am poſitiven Pole freie + *E* im iſolirten Zuſtande das — *E* der Plattenpaare, die zu dieſem Pole gehören, gebunden hielt, ſo wird durch die Wegſchaffung dieſes überſchüſſigen + *E* das gebundne — *E* des poſitiven Theils der Säule freier. Daher finden wir auch, daſs durch Berührung des poſitiven Pols der *Mittelpunkt der Säule aufhört indifferent zu ſeyn, und das Electrometer negativ afficirt.* Das Umgekehrte erfolgt, wenn die Ableitung an dem negativen Pole angebracht wird.

4. Der dem berührten entgegengeſetzte Pol zeigt nun einen viel ſtärkern Grad von *E* an, als im iſo-

ſolirten Zuſtande. Das am poſitiven Pole obwaltende + *E* widerſtand dem Andringen des + *E*, welches der negative Pol anzieht. Wird dieſer überſchüſſige Antheil von + *E* abgeſchieden, ſo kann natürlich der negative Pol nun viel kräftiger ſein correſpondirendes + *E* anziehn, und die iſolirten Körper, die ihn berühren, in einem höhern Grade negativ electriſiren.

Iſt der Pol, deſſen entgegengeſetzter ableitend berührt wird, mit keinem andern leitenden Körper in Verbindung, ſo ſetzt er einen Theil ſeiner überflüſſigen *E*, *deren Expanſibilität durch das Hinzukommen ihrer gleichartigen am entgegengeſetzten Pole* zugenommen hat, an die umgebende Luft ab. Ich iſolire ein äuſserſt feines Electrometer auf das allervollkommenſte, ſtelle es, in der Entfernung von mehrern Fuſs, einer gut iſolirten, kräftigen Säule gegenüber, und gebe demſelben eine poſitive Divergenz. So oft ich nun den + Pol der Säule berühre, fällt das Electrometer etwas zuſammen, und divergirt wieder etwas ſtärker, wenn ich den — Pol berühre. Iſt die Säule ſehr thätig, (von 300 gut wirkenden Schichtungen,) ſo wird das Electrometer ſogar afficirt, wenn man demſelben auch gar keine Divergenz vorher mitgetheilt hat. Da aber die Grade dieſer Divergenz ſo äuſserſt ſchwach und vorübergehend ſind, daſs es kaum möglich iſt, ſie poſitiv oder negativ zu prüfen, ſo ziehe ich das erſtere Verfahren vor. Auch muſs ich geſtehen, daſs ich noch unſchlüſſig bin, ob in den Fällen, wo

die Säule isolirt ist, (oder so heisst,) nicht vielleicht die beobachteten Divergenzen zum Theil mit auf Rechnung einer schwachen Entladung der Pole durch die Luft zu bringen sind, die an einem Pole etwas stärker wäre, als an dem andern. Dann würden wir auch begreifen, warum die comparative Intensität der natürlichen Divergenzen an beiden Polen der isolirten Säule nicht so constant ist, dass nicht manchmahl die Divergenz am — Pole die des + Poles übertreffen sollte. Wenn nämlich der Zustand der umgebenden Luft negativ ist, so würde sich der positive Pol an diese Luft leichter entladen können, und so bekäme der negative Pol mehr Intensität wie gewöhnlich. Doch dieses ist nur Muthmasung, und ich hoffe über die Correspondenz der Säule mit der Luft auf baldige und entscheidende Resultate.

IX. *Verbindet man den positiven Pol mit dem negativen durch einen vollkommnen Leiter, so entsteht eine Entladung*, mit allen Erscheinungen, die an der Leidener Flasche statt finden, wenn das + *E* der einen Belegung von dem — *E* der entgegengesetzten stark angezogen wird. Da aber zwischen jedem Plattenpaare ein beständiges Spiel der Atmosphäre statt findet, so sieht man leicht ein, dass es unmöglich ist, die Säule durch diese Schliesung des Kreises, selbst zu entladen. Es mus im Gegentheile durch die Verbindung der beiden Pole das Spiel der Atmosphären beträchtlich erhöht werden. Die untere Silberplatte, (Fig. 5,) ist durch Anlegung

des Bogens ſtark + *E* geworden, dadurch zieht ſie in der Berührungsfläche der darauf liegenden Zinkplatte das — *E* um ſo kräftiger; die Kehrſeite der Zinkplatte wird dadurch mehr + *E* abſtoſsen, und ſo wird von Paar zu Paar die Wirkung der Atmoſphären in jedem Punkte der Säule auf das Maximum gebracht. Jede Möglichkeit eines Indifferenzpunktes iſt verſchwunden, und eine Divergenz am Electrometer kann eben ſo wenig hier ſtatt finden, als wenn die geladnen Condenſatorplatten übereinander liegen.

Dieſes erhöhte Spiel der Atmoſphären zeigt ſich ſehr gut in einem Apparate, der ſtatt der Tuchſcheiben kleine mit Waſſer angefüllte Becher, (von einer ſehr weiten Glasröhre geſchnitten,) enthält, auf deren jedem an dem einen Ende eine Deckplatte von Zink, am andern eine Deckplatte von Silber angekittet iſt, und die ſo aufeinander geſetzt werden, daſs daraus eine Säule, wie in Fig. 5, von 25 bis 30 Schichtungen entſteht. Bei Schlieſsung der Kette giebt continuirlich jede Zinkfläche im Waſſer Oxyd, und jede Silberplatte Waſſerſtoffgas.*) Dieſe

*) Das kniſternde Geräuſch, welches man an ſehr thätigen Säulen bemerkt, rührt meines Erachtens von nichts anderm her, als vom Zerplatzen der kleinen Gasblaſen, die in den feuchten Leitern entſtehn. Durch genaue Beobachtung habe ich an einzelnen Stellen oft ſolche Blaſen wirklich berſten ſehen, in dem Momente, als ich das Kniſtern wahrnahm. Etwas Seife zur befeuchtenden

Wirkung findet aber nicht ſtatt, wenn die Pole iſolirt bleiben, oder wenn man einen oder beide Pole ableitend, doch ſo berührt, daſs nicht das + *E* des einen an das — *E* des andern Poles unmittelbar geleitet wird. Dieſes iſt den Erſcheinungen der Leidener Flaſche ganz analog.

Die electriſchen Erſchütterungen hängen, ſo wie die electroſkopiſchen Erſcheinungen, von der Kraft ab, mit welcher + und — *E* ſich wechſelſeitig anziehen, die Lichterſcheinungen aber von der Menge der electriſchen Materie, die in einem Momente frei wird und ſich zerſetzt. Eine gleiche Anzahl groſser und kleiner Platten muſs alſo gleiche Commotionen und Divergenzen geben, weil, ungeachtet der verſchiednen Menge ihrer natürlichen Electricitäten, dieſe doch durch das Spiel der Atmoſphären gleiche Vertheilung erlitten haben, ſo daſs gleiche Grade des Gegenſatzes erfolgen müſſen. Die obere und untere Platte enthalten aber bei einem gröſsern Durchmeſſer eine gröſsere abſolute Menge von *E*; daher wird ſich bei gleichem Grade der wechſelſeitigen Anziehung mehr frei gewordnes Licht zeigen, als bei Platten von kleinerm Durchmeſſer. Von zwei ungleichen Condenſatoren, die lange genug mit dem nämlichen Körper in Berührung waren, wird der gröſsere einen gröſsern Funken geben, die Divergenzen ſind aber in beiden gleich.

Flüſſigkeit gebracht, hilft ſehr bei dieſer Unterſuchung. *Erman.*

Wenn mir etwas für meine Hypotheſe eine kleine Parteilichkeit einflöſsen könnte, ſo wäre es der Umſtand, daſs ich aus ihr dieſes Corollar zog, welches nachher die Erfahrung beſtätigte.

X. Hat man über die letzte Silberplatte der auf die eben erwähnte Art conſtruirten Säule einen Becher mit Waſſer gekittet, ſo daſs dieſe Silberplatte unter ſich und über ſich Waſſer hat, und führt man nun den Draht, der die Verbindung von Pol zu Pol geben ſoll, in das Waſſer dieſes oben offnen Bechers, ſo wird die Silberplatte an ihrer untern Fläche Waſſerſtoffgas, an ihrer obern aber Oxyd geben. Die Vertheilung der Electricität zeigt ſich alſo hier an den Platten der Säule, gerade wie in den Mitteldrähten eines Gasapparats. Das Detail der Erſcheinungen, die mir dieſe Säule gewährt hat, werde ich Ihnen nächſtens mittheilen. Sie werden darin den Grund finden, warum ich in meiner Hypotheſe die Berührungsfläche des Silbers +, und die des Zinks — angenommen habe, während ich den Kehrſeiten die entgegengeſetzten Electricitäten zuſchreibe.

XI. *Unterbricht man die Continuität des Bogens, der den Kreis ſchlieſsen ſoll, und bringt man eine Waſſerſäule zwiſchen die äuſserſten Spitzen der von jedem Pole kommenden Drähte*, ſo findet in dieſer Waſſerſäule das nämliche ſtatt, wie in jedem feuchten Leiter, der die Plattenpaare trennt. Das Spiel der Atmoſphären wird aber in allen übrigen äuſserſt erhöht, weil das + *E* des poſitiven Drahtes vom

— *E* des negativen so stark angezogen wird, dass jede Kehrseite der zwei äussersten Platten die Thätigkeit ihrer Berührungsflächen erhöht, und so von Paar zu Paar; wo denn die höchste Spannung, continuirlich ohne Entladung, ohne Indifferenzpunkt und ohne ausgezeichnete electroskopische Phänomene statt finden muss. Man hat aber ausserdem im tubulirten Gasapparate die Wirkungen der Atmosphären ganz klar vor Augen, indem das Annähern oder Entfernen der Drähte, die von der Säule kommen, hinlänglich ist, um die dermahlige Wirkung der verschiedentlich angebrachten Mitteldrähte in die entgegengesetzte zu verwandeln. *) Ich habe das Spiel der Atmosphären im Gasapparate noch auffallender in einem Versuche gefunden, den ich nächstens, mit mehrern andern, umständlicher zu beschreiben denke, und wo ein Mitteldraht zwischen den positiven Drähten zweier gleich starken Säulen angebracht, sich in der Regel ganz indifferent verhält, und doch, blos durch die veränderte respective Entfernung der Batteriedrähte unter sich, so gestimmt werden kann, dass er nun Gas und Oxyd giebt.

*) Ein paar Druckfehler in dem Versuche, der in den *Annalen*, X, 21, beschrieben ist, wird der Leser leicht bemerkt und verbessert haben. S. 22 Z. 16 v. u. ist *c* und *D* statt *C* und *d*, Z. 15 v. u. *C* statt *c*, und Z. 13 *c* statt *C* zu setzen. *d. H.*

Da ich mir diesen ausgezeichneten Einfluss der respectiven Entfernungen zur Zeit nicht anders, als durch das Spiel der Atmosphären zu erklären weiss, so fand ich mich bewogen, Sie zu bitten, meine Hypothese Ihrerseits zu prüfen, während ich fortfahren werde, mich emsig zu bemühen, durch neue Thatsachen und Ansichten sie selbst zu widerlegen. Die beständig oscillirende Magnetnadel wäre die einzige, die nicht trügte, und bleibt mir das Ideal der Vollkommenheit.

IV.

VERSUCHE

über die chemiſche Erzeugung und Wirkung der Electricität,

von

WILL. HYDE WOLLASTON, M. D., F. R. S.
in London. *)

I.

Ob man gleich jetzt weiſs, daſs die Kraft der Voltaiſchen Säule der Fähigkeit eines der beiden Metalle, aus denen ſie beſteht, von dem feuchten Leiter oxydirt zu werden, proportional iſt; **) ſo ſcheint

*) Zuſammengezogen aus den *Philoſophical Transactions for* 1801, p. 427 f. *d. H.*

**) Dieſe Behauptung iſt zwar das Reſultat, welches Davy aus ſeinen Bemerkungen und Verſuchen über die Oxydirung des Zinks in verſchiednen Mitteln, als Urſach der Wirkſamkeit galvaniſcher Batterien zog, (*Annalen*, VIII, 1 f.,) nach deren Bekanntmachung dieſer Aufſatz bald geſchrieben zu ſeyn ſcheint; allein Davy's Verſuche waren lange nicht genau und vollſtändig genug, um ihn zu einem ſolchen Schluſſe zu berechtigen. Unter andern Verſuchen ſprechen beſonders auch gegen ihn die intereſſanten Verſuche, welche ſpäterhin Herr Dr. van Marum unternahm, um dieſe Behauptung zu prüfen.

es Mehrern doch noch zweifelhaft zu ſeyn, ob dieſe Kraft aus der chemiſchen Wirkung der Flüſſigkeit auf das Metall entſpringt, oder ob nicht umgekehrt die Oxydirung ſelbſt eine Wirkung der Electricität iſt, welche durch die gegenſeitige Berührung zweier Metalle von verſchiednem Leitungsvermögen erregt wird. *) Daſs wirklich die Oxydirung des Metalles die Haupturſache der electriſchen Phänomene iſt, glaube ich aus folgenden Verſuchen über den galvaniſchen Prozeſs in ſeinem einfachſten Zuſtande ſchlieſsen zu dürfen.

Verſuch 1. Bringt man ein Stück Zink und ein Stück Silber mit ihren Enden in ein Glas voll *Schwefelſäure* oder *Salzſäure*, die mit vielem Waſſer verdünnt ſind, ſo wird der Zink aufgelöſt und entbindet Waſſerſtoffgas durch Zerſetzung des Waſſers, während das Silber, das nicht angegriffen wird, das Waſſer nicht zu zerſetzen vermag. Bringt man dagegen den Zink und das Silber mit ihren beiden andern Enden unmittelbar, oder mittelſt eines andern Metalls in Berührung; ſo bildet ſich auch an der Oberfläche des Silbers Waſſerſtoffgas. — Daſſelbe findet bei je zwei andern Metallen ſtatt, wovon das eine das Waſſer durch Hülfe dieſer Säure zu zerſetzen vermag, das andere nicht.

(*Annalen*, X, 151 — 157.) Man vergleiche auch hierüber *Annalen*, X, 235, und 405. *d. H.*

*) Vergl. *Annalen*, VIII, 21, und X, 405 etc. *d. H.*

Verſuch 2. Bringt man Zink, oder Eiſen, oder Kupfer, zugleich mit Gold in verdünnte *Salpeterſäure*, ſo entwickelt ſich Salpetergas völlig unter denſelben Umſtänden, wie im vorigen Verſuche Waſſerſtoffgas.

Verſuch 3. Bringt man *Eiſen* und *Silber* getrennt in eine *Kupferauflöſung*, ſo ſchlägt ſich bloſs auf das Eiſen, nicht aber auf das Silber Kupfer nieder. Sobald man aber beide miteinander in Berührung ſetzt, überzieht ſich auch das Silber mit Kupfer. Mit andern Metallen laſſen ſich ähnliche Verſuche anſtellen.

Nun wiſſen wir aber, daſs, wenn die beiden Enden von Volta's Säule durch Drähte mit Waſſer in Verbindung geſetzt werden, und ihre Kraft hinreicht, einen der beiden Drähte zu oxydiren, der andere Draht Waſſerſtoffgas hergiebt. Da die Entbindung von Waſſerſtoff in dieſem Falle von Electricität abzuhängen ſcheint, ſo iſt es wahrſcheinlich, daſs auch in andern Fällen Electricität erfordert wird, um Waſſerſtoff in Gas zu verwandeln. Daraus ſcheint zu folgen, daſs auch, wenn eine Säure ein Metall auflöſt, während der Einwirkung derſelben auf das Metall Electricität entwickelt wird, und daſs, ſelbſt in dieſem Falle, die Bildung von Waſſerſtoffgas auf Durchgang von Electricität zwiſchen Metall und Flüſſigkeit beruht. Wenn in Verſuch 1 der Zink, ohne von einem andern Metalle berührt zu werden, das Waſſer zu zerſetzen, und in Verſuch 3 eben ſo Eiſen das Kupfer aus ſeiner

Auflöfung niederzufchlagen vermag, fo gefchieht diefes, wie ich glaube, mittelft der Electricität, die fich während der Auflöfung diefer Metalle entwickelt. Anzunehmen, dafs bei der Berührung diefer Metalle mit dem Silber eine neue Kraft in das Spiel komme, dazu haben wir keinen Grund; *) das Silber wirkt blofs als Leiter der Electricität, und veranlafst dadurch die Bildung von Waflerftoffgas, und den Niederfchlag des Kupfers in reguliniſchem Zuftande.

Diefe Erklärung wird noch mehr durch analoge Verfuche, die ich mit *gewöhnlicher Electricität* angeftellt habe, beftätigt, da ich mit Hülfe einer gewöhnlichen Electrifirmafchine diefelbe Verfetzung der chemifchen Kräfte, und diefelbe fcheinbare Umkehrung der gewöhnlichen Ordnung chemifcher Verwandtfchaften bewirkt habe.

II.

Die folgenden Verfuche wurden mit einer Electrifirmafchine angeftellt, deren Cylinder 7 Zoll im Durchmeffer hatte, und an beiden Seiten mit einem $3\frac{1}{2}$ Zoll dicken, und 16 Zoll langen Conductor verfehn war. Beide Conductoren waren mit Electrometern, (*Sliding electrometer*,) verfehn, um die Stärke der Funken, die man aus ihnen erhielt, zu reguliren.

*) Dafs diefes doch wirklich der Fall ift, haben Volta's Verfuche nunmehr aufser allen Streit gefetzt. *d. H.*

Verſuch 4. Ich überzog einen feinen Silberdraht, der $\frac{1}{150}$ Zoll im Durchmeſſer hatte, an einer Stelle 2 bis 3 Zoll lang mit Siegellack, und ſchnitt ihn in der Mitte dieſer überzognen Stelle durch, ſo daſs er hier bloſs im Querſchnitte entblöſst wurde. Darauf brachte ich die überzognen Enden der beiden Drähte in ein Glas voll *ſchwefelſaurer Kupferauflöſung*, und ſetzte ſie mit den beiden Conductoren der Maſchine ſo in Verbindung, daſs ſie $\frac{1}{10}$ Zoll lange Funken durch die Auflöſung leiteten. Nach 100 Umdrehungen der Maſchine hatte ſich an der Oberfläche des negativen Drahts ein Niederſchlag gebildet, der polirt, ſich offenbar als Kupfer zeigte. Der andere Draht war ohne einen ſolchen Ueberzug. — Als die Richtung des electriſchen Stroms umgekehrt wurde, zeigten ſich ſogleich die umgekehrten Phänomene; das Kupfer wurde in kurzem wieder aufgelöſt, durch Hülfe der oxydirenden Kraft der poſitiven Electricität, und am andern Drahte entſtand ein ähnlicher Niederſchlag.

Verſuch 5. Ein ähnlicher Verſuch mit einem Golddrahte, $\frac{1}{150}$ Zoll im Durchmeſſer und mit einer Auflöſung von ätzendem Queckſilber-Sublimat, hatte denſelben Erfolg.

Verſuch 6. Die galvaniſche *Waſſerzerſetzung* durch gewöhnliche Electricität nachzuahmen, hat ſeine Schwierigkeit. Ich hoffte dieſe dadurch zu überwinden, daſs ich die Oberfläche, worin der Metalldraht das Waſſer berührte, möglichſt verringerte. Zu dem Ende ſteckte ich einen höchſt fei-

nen Golddraht, dem ich eine möglichſt ſcharfe Spitze gegeben hatte, in ein Haarröhrchen von Glas, erhitzte dieſes ſo, daſs es ſich ringsumher an die Spitze anlegte und ſie überall bedeckte, und ſchob dann den Draht ein wenig herab, bis er mittelſt einer Loupe nur ſo eben aufserhalb des Glaſes zu entdecken war. So wurden mehrere Röhren mit Golddrähten vorgerichtet. Der Erfolg dieſer Einrichtung übertraf ſelbſt meine Erwartung. Als ich aus ſo verwahrten Spitzen Electricität, die aus den erwähnten Conductoren in Funkengeſtalt auf den Draht ſchlug, in das Waſſer ſtrömen lieſs, wurde dieſes durch Funken, die in einer Entfernung von $\frac{1}{8}$ Zoll überſchlugen, zerſetzt, wenn die Spitze nicht über $\frac{1}{700}$ Zoll im Durchmeſſer hatte, (hinaus ſah?) Mit einer andern Spitze, die ich auf $\frac{1}{1500}$ Zoll ſchätzte, gab eine Folge von Funken, die $\frac{1}{30}$ Zoll lang waren, einen Strom von kleinen Luftblaſen; und ein ſo bekleideter Draht von $\frac{1}{40}$ Zoll Durchmeſſer zerſetzte das Waſſer, wenn die Funken aus dem erſten Conductor $\frac{4}{10}$ Zoll weit durch Luft gingen.

Verſuch 7. Um zu finden, wie weit ſich die Stärke des electriſchen Funkens verringern läſst, wenn man das Ende des Drahts allmählig verkleinert, trieb ich eine Goldauflöſung in Königswaſſer durch ein Haarröhrchen, und verjagte die Säure durch Erhitzung. Es blieb ein dünnes Goldhäutchen zurück, womit das Innere der Röhre überzogen war, und das ſich durch Schmelzen des Haarröhrchens in einen Goldfaden, der ſich mitten durch das Glas

hinzog, verwandelte. Wurde die Electricität durch das Ende dieses Fädchens in das Wasser geleitet, so reichte ein blosses Einströmen derselben in den den positiven oder negativen Conductor unmittelbar berührenden Verbindungsdraht hin, vom Ende des Goldfädchens einen zusammenhängenden Strom kleiner Gasblasen aufsteigen zu machen. Man sieht hieraus, dass sich das Wasser durch gewöhnliche Electricität eben so wohl als mittelst der electrischen Säule zersetzen lässt, ohne dass dazu wahrnehmbare Funken erforderlich wären.

Man kann auf dieselbe Art zwei Gasströme darstellen, wenn man die Electricität beider Conductoren durch zwei feine einander zugewandte Spitzen in das Wasser überströmen lässt. Doch ist dabei keine vollkommne Aehnlichkeit mit dem Prozesse an der Voltaischen Säule zu bewirken: denn auf welche Art ich es auch anfangen mochte, immer erhielt ich von jedem der beiden Drähte zugleich Sauerstoffgas und Wasserstoffgas, und nie, wie an der electrischen Säule, beide Gasarten getrennt. Ich erkläre mir diese Verschiedenheit aus der grösern Intensität, worin die gewöhnliche Electricität stets wirkt; da es sich auf anderm Wege ausser Streit setzen lässt, dass die gewöhnliche positive und die negative Electricität dieselben chemischen Kräfte haben, welche sie in der electrischen Säule zeigen. Ein Beispiel von Desoxygenation durch negative Electricität haben wir schon oben am Niederschlage des Kupfers durch Silber gesehn, (Vers. 4.)

Die oxygenirende Kraft der positiven Electricität läfst sich eben so durch ihre Wirkung auf blaue Pflanzenfarben darthun.

Verfuch 8. Ein Kartenblatt wurde mit einer ſtarken *Lackmustinctur* gefärbt, und ein Strom electriſcher Funken zwiſchen zwei Goldſpitzen, die das Papier berührten und einen Zoll von einander abſtanden, hinüber geleitet. Die Wirkung dieſes Stroms war, wie in andern Fällen, deſto gröſser, durch eine je kleinere Waſſermaſſe er hindurch ging; und beſonders ſichtbar, wenn das Kartenblatt beinahe trocken war. Dann waren wenige Umdrehungen der Maſchine hinreichend, das Papier am positiven Drahte ſichtbar zu röthen. Der negative Draht an dieſelbe Stelle gebracht, ſtellte dagegen das urſprüngliche Blau in kurzem wieder her. Doch bewirkt Volta's Apparat beides in viel kürzerer Zeit.

III.

Bei dieſer Aehnlichkeit in den Wirkungen der durch eine gewöhnliche Electriſirmaſchine und der durch die electriſche Säule erregten Electricität, ſcheint es mir wahrſcheinlich, dafs beide auch aus einerlei Quelle entſpringen. Auf die Stärke der letztern hat, wie wir wiſſen, die Oxydirung groſsen Einfluſs; von demſelben Prozeſſe ſcheint auch die Erregung der erſtern abzuhängen.

Verfuch 9. Denn ich habe gefunden, dafs *Silber*- oder *Platin-Amalgama* auf das Reibzeug einer

Electrifirmaſchine getragen, keine Electricität giebt; beide Arten von Amalgama laſſen ſich durch Reiben nicht oxydiren. Dagegen giebt *Zinn-Amalgama* einen beträchtlichen Grad von Erregung. Noch beſſer wirkt *Zink*, und das beſte Amalgama beſteht aus *Zinn und Zink*; eine Miſchung, die beträchtlich leichter, als jedes der beiden Metalle einzeln, zu oxydiren iſt.

Verſuch 10. Um noch genauer zu prüfen, in wie weit Oxydirung Antheil an der Erzeugung von Electricität hat, brachte ich einen kleinen Cylinder mit ſeinem Reibzeuge in einen Glasrecipienten, der ſich nach Belieben mit andern Gasarten füllen ließ. Nachdem ich den Grad der Erregung in atmoſphäriſcher Luft unterſucht hatte, füllte ich den Recipienten mit *kohlenſaurem Gas*. Die Erregung wurde dadurch augenblicklich aufgehoben, fand ſich aber gleich wieder ein, wenn wieder atmoſphäriſche Luft hineingelaſſen wurde. *)

Wir finden, daſs das oxydirte Metall, (ganz dieſer Hypotheſe gemäſs,) ſich in beiden Fällen in demſelben electriſchen Zuſtande befindet. Das Reibzeug der Maſchine wird, indem das Amalgama auf demſelben ſich oxydirt, negativ-electriſch; und gerade ſo der Zink, den die vereinte Kraft einer electri-

*) Mehrere Verſuche dieſer Art findet man in Dr. Heidmann's *vollſtändiger Theorie der Electricität*, B. 2, S. 191—210. *d. H.*

electrischen Säule, oder die einfache Wirkung einer Säure oxydirt. (?)

Diese Aehnlichkeit der Mittel, durch welche die Electricität und der Galvanismus erregt zu werden scheinen, verbunden mit der Aehnlichkeit in ihren Wirkungen, beweist, dass beide wesentlich einerlei sind, und dass sie sich in nichts, als darin unterscheiden, dass letzterer in weit geringerer Intensität, aber in viel grösserer Menge erregt wird.

V.

FORTSETZUNG

der Verſuche mit verbundnen Magnetſtählen, und ein paar Bemerkungen zu Volta's Säule,

von

M. A. F. Lüdicke
in Meiſsen.

Die 84 gröſsern Stahlſtäbe, jeder $\frac{1}{3}$ Zoll ſtark, 1 Zoll breit und $1\frac{3}{8}$ Zoll lang, die ich zu Ende meines Aufſatzes in den *Annalen*, IX, 375, erwähnte, nahmen verhältniſsmäſsig wenig magnetiſche Flüſſigkeit an, und waren, ob ſie gleich ſehr oft auf einerlei Art magnetiſirt wurden, und 3 Wochen lang zwiſchen ſtarken Magnetſtählen gelegen hatten, doch von ſehr ungleicher Stärke; welches ich der ungleichen Güte des Stahls und der ungleichen oft zu groſsen Hitze bei dem Schmieden derſelben zuſchreibe. Von dieſen Stahlſtäben fügte ich 73, (mehr konnte das Geſtell nicht faſſen,) auf die in jenem Aufſatze beſchriebne Art zuſammen; ſie zeigten aber bei der Stubenwärme von 12 Grad Reaumür gar keine Blaſen. Ich legte ſie daher, um ſie noch ſtärker werden zu laſſen, bei Seite, und vermehrte dafür die Anzahl der kleinen ſchon gebrauchten $1\frac{3}{8}$ Zoll langen Stähle bis auf 90 Stück. Sie ſind insgeſammt Stücke von viereckigen engliſchen Stahl-

ſtangen, $\frac{1}{4}$ Zoll ins Gevierte, die auf allen Seiten rein geſchlichtet, und um das Oxydiren zu befördern, nicht gehärtet worden waren, welches letztere keinen groſsen Verluſt an Magnetismus nach ſich zog, da dieſer Stahl ohnehin eine ſchwache Federhärte beſitzt. Sie waren auch durchgängig ſo ſtark, daſs einer den andern ſehr leicht trug. Auch von dieſen Stählen gaben 87 auf die angegebne Art verbunden, bei der Stubenwärme von 12° keine Blaſen.

Ich hatte meinen erſten Verſuch an warmen Tagen angeſtellt, auch jetzt vermehrte ich daher die Stubenwärme. Bei 15° entſtanden einige Blaſen an beiden Röhren, und bei 16 Grad vermehrten ſie ſich; der Boden des Gefäſses blieb ganz ohne Blaſen. Dieſer Verſuch entſchied indeſs nichts, weil kaltes Waſſer bei 16 oder 17° Wärme in einem Glaſe ebenfalls Blaſen anſetzt. Ich ſtellte daher die folgenden Verſuche in niedrigerer Wärme an.

Die Maſchine, welche das Anſehen einer Gallerie hat, wurde auf einen Tiſch, der mitten in der Stube ſtand, gelegt, um ſo viel als möglich durchgängig gleiche Wärme zu erhalten, und das Thermometer in die Mitte derſelben innerhalb der Gallerie geſtellt. Das Glas mit den Glasröhren war jetzt auſser aller Verbindung, und ſtand, nebſt einem faſt eben ſo groſsen Glaſe voll Waſſer, welches dieſelbe Temperatur hatte, in der Nähe des Thermometers. So lieſs ich die Stubenwärme ſteigen, bis das Thermometer 18° zeigte. Es entſtand in beiden Gläſern eine Menge Blaſen. Dieſe wur

den mit einem Pinsel so lange weggenommen, bis sich keine mehr zeigten, und die Wärme abzunehmen anfing. Nach $\frac{1}{4}$ Stunde, als die Wärme bis auf 17° vermindert war, und beide Gläser ganz rein waren, wurde das Glas mit den Drahtspitzen mit der Kette in Verbindung gebracht; sogleich zeigten sich 6 Blasen an der Röhre des Südpols und 4 an der Röhre des Nordpols. Diese Blasen vermehrten sich, so lange die Wärme noch 14° betrug; bei $13\frac{1}{2}$° waren die Blasen zwar grösser, aber ihre Anzahl hatte sich vermindert. Auf dem Boden dieses Glases und in dem andern Glase war keine Blase zu bemerken. Ich wiederhohlte diesen Versuch zweimahl; einmahl mit diesen 87, und das andere Mahl mit 40 Stählen; dabei bemerkte ich keine andere Verschiedenheit, als dass in den beiden letzten Versuchen der Nordpol einige Blasen mehr hatte, und dass sich bei 40 Stählen einige Blasen weniger erzeugten. Nachdem ich die 87 Stähle auseinander genommen hatte, fand ich ihre Polarflächen in Ansehung der Flecke nicht sehr verschieden. Jedoch waren bei genauerer Vergleichung 47 Stähle stärker an dem Nordpole und 35 Stähle stärker an dem Südpole von der Säure angegriffen worden. In Ansehung der übrigen 5 Stähle liess sich nichts bestimmen.

Durch diese und vorhergehende Versuche glaube ich mich überzeugt zu haben, dass die Blasen mittelst der Stähle und Drahtspitzen entstanden sind. Da jedoch eine mehr als doppelte Anzahl von Stäh-

len nur einige Blaſen mehr erzeugt; da bald an dem Nord-, bald an dem Südpole mehr Blaſen entſtehen; und da die Oxydirung der Polarflächen ſo wenig verſchieden iſt, daſs die geringe Verſchiedenheit von dem ſtärkern oder ſchwächern Anliegen der Pappe entſtanden ſeyn kann: ſo vermuthe ich, daſs dieſe verbundnen Magnetſtähle hier wohl nur als gute Wärmeleiter, und nicht durch irgend eine Art von Galvanismus gewirkt haben mögen. Um mich hiervon noch mehr zu überzeugen, will ich, ſobald ich wieder Zeit gewinne, dieſen Verſuch mit meſſingenen Stäben und Spitzen unter übrigens ganz gleichen Umſtänden wiederhohlen.

Daſs der Galvanismus zu ſeiner Verſtärkung, eben ſo wie die Electricität, der *Zuleiter* bedürfe, ſcheint aus Folgendem zu erhellen. Als ich vor einigen Wochen meinen Zuhörern die Zerlegung des Waſſers und die Schläge mittelſt meiner kleinen Batterie, (*Annalen*, IX, 119,) zeigte, waren dieſe Wirkungen viel ſchwächer als ſonſt, weil ſie ſchon über 20 Stunden aufgeſetzt geſtanden hatte. Um ſie wegtragen zu laſſen, ſteckte ich die Meſſingſtäbe wieder ein, wobei viele Lagen der Säule von denſelben berührt wurden. Als jedoch einer der Zuhörer die Schläge noch einmahl verſuchen wollte, rückte ich die Drähte nur ein wenig ab, wobei ihre Entfernung von der Säule etwa $\frac{1}{10}$ Zoll betragen mochte. Nunmehr waren die Schläge viel ſtärker

als vorher, welches alle Zuhörer aufs neue verſuchten und beſtätigten; ſo wie auch das Aufſteigen der feinen Luftſtröme viel geſchwinder vor ſich ging. Da nun während dieſer Zeit alles andere unverändert geblieben war, ſo kann dieſe Verſtärkung der Säule nur durch Anliegen der Meſſingſtäbe, das etwa 1 Minute gedauert hatte, bewirkt worden ſeyn. Aus eben dieſer Urſach können auch die feucht gewordnen Glasſtäbe bei der Säule des Hrn. Regierungsraths Hebebrand, (*Ann.*, VIII, 132,) der Stärke derſelben mehr genutzt, als geſchadet haben.

Da der *Zink* nur erſt in Fluſs kömmt, wenn er glüht, nicht ſo dünn als andere Metalle flieſst, und bei abnehmender Hitze ſehr bald zu ſtehn anfängt; ſo hat das Gieſsen dünner Zinkplatten viele Unbequemlichkeit, welche auch der Herr Prof. Simon erfahren hat. (*Annalen*, IX, 394.) Es thut mir daher leid, daſs ich das Verfahren noch nicht beſchrieben habe, nach welchem ich im März des vorigen Jahres ziemlich bequem meine kleinen Zinkplatten, die nur wenig ſtärker als Achtgroſchenſtücke, und eben ſo groſs ſind, gegoſſen habe. Ich bediente mich hierzu einer ähnlichen Form von Meſſing, wie ſie Herr Profeſſor Simon beſchreibt, (*Annalen*, IX, 396,) jedoch war der Boden angenietet, und die Decke konnte durch ein paar Schieber befeſtigt werden. Dieſe Form wurde auf einem Kohlenfeuer vorzüglich bei dem Eingusſe dem Glühen nahe gebracht. Bei dieſer Erhitzung wurden

alle Scheiben rein ausgegoſſen; ſobald aber die Form etwas zu kalt geworden war, erhielt ich mangelhafte Scheiben. Da jedoch, wenn die Form dem Glühen ſehr nahe iſt, der Zink ſehr leicht anſchmilzt; ſo iſt es gut, ſie mit Talk- oder Bolus-, oder einer andern feinen Erde auszureiben. Nachher habe ich auch Tafeln, die im Durchmeſſer $4\frac{1}{4}$ Zoll halten, und $\frac{1}{5}$ dresdner Zoll ſtark ſind, auf dieſe Art mit gutem Erfolge gegoſſen.

Meiſsen im Januar.

VI.

EIGENSCHAFTEN *und chemiſches Verhalten* des von CHARLES HATCHETT, *Eſq.*, *entdeckten neuen Metalls, Columbium.* *)

Das Mineral war von Hrn. Winthrop in Maſſachuſetsbay unter mehrern Eiſenſtufen an Sir Hans Sloane geſchickt worden, und ſcheint daher aus einer der Eiſengruben jener Provinz herzurühren. Es iſt ſchwer, von dunkelgrauer faſt ſchwarzer Farbe, und gleicht einigermaſsen dem ſibiriſchen chromiumſauren Eiſen.

Die *drei ſtärkern mineraliſchen Säuren* wirken darauf nur ſchwach, noch am meiſten die Schwefelſäure, und dieſe löſt daraus etwas Eiſen auf. — Wird es mit 5 bis 6 Theilen *kohlenſaurem Kali* geſchmolzen, ſo zerſetzt es ſich zum Theil. Um es gänzlich zu zerſetzen, muſs man es abwechſelnd mit *Kali* ſchmelzen und mit *Salzſäure* digeriren, welche letztere das Eiſen auflöſt. Während des Schmelzens entweicht die Kohlenſäure aus dem Kali, und dieſes wird von einer metalliſchen Säure zum Theil

*) Ausgezogen von Nicholſon in ſeinem *Journal of nat. phil.*, 1802, Jan., p. 32, aus der Abhandlung Hatchett's, die in der königl. Societät am 26ſt. Nov. 1801 vorgeleſen wurde. *d. H.*

neutralisirt. Löst man es dann in Wasser auf, und thut Salpetersäure in Uebermaafs hinzu, so scheidet sich diese metallische Säure vom Kali ab, in Gestalt eines häufigen weifsen, flockigen Niederschlags. Die Miner besteht zu mehr als $\frac{3}{4}$ aus diesem Stoffe, der mit Eisen verbunden ist.

Der weifse Niederschlag ist in kochender *Salpetersäure* unauflöslich, und bleibt darin vollkommen weifs; kochende *Salzsäure* löst ihn nur bald nachdem er aus dem Kali gefällt ist, auf; und *Schwefelsäure* nur dann, wenn sie stark erhitzt wird. Sowohl diese Auflösung desselben in Säuren, als die in Alkalien sind farbenlos.

Aus den Auflösungen desselben in Säuren schlägt *Kali* weifse Flocken nieder; *blausaures Kali* olivengrüne Flocken; *Galläpfel-Tinctur* dunkelorange Flocken, und *Zink* einen weifsen Niederschlag. Auch *Wasser*, wenn es der schwefelsauren Auflösung in Menge zugesetzt wird, fällt daraus diesen Stoff mit Schwefel verbunden, im Zustande einer Sülfüre, die weifs ist, beim Trocknen aber blau, und zuletzt grau wird. — Setzt man zu den Auflösungen desselben in Alkalien blausaures Kali oder Galläpfel-Tinctur, so erfolgt kein Niederschlag, nicht eher, als bis man Säuren hinzusetzt; und dann zwar der eben erwähnte. Der weifse Niederschlag verbindet sich mit *Kali*, auch mit *Natron*, sowohl auf trockenem, als auf nassem Wege, zu Mittelsalzen, und zwar mit Kali zu einem glänzenden schuppigen Salze, das viel Aehnlichkeit mit der Borax-

ſäure hat. Er treibt die *Kohlenſäure* aus, wird aber ſelbſt aus ſeiner Verbindung mit beiden feſten Alkalien durch die andern *Säuren* geſchieden. — Mit *Ammoniak* verbindet ſich der weiſse Niederſchlag nicht. Auch nicht mit *Schwefel* auf trockenem Wege. Mit *phosphorſaurem Ammoniak* ſchmilzt er zu einem etwas in Purpur fallenden blauen Glaſe. — *Schwefel-Waſſerſtoff-Ammoniak* giebt mit der alkaliniſchen Auflöſung deſſelben einen chocolade-braunen Niederſchlag.

Er röthet das Lackmuspapier.

Die Reduction deſſelben ſcheint auſserordentlichen Schwierigkeiten unterworfen zu ſeyn.

Aus dieſen Eigenſchaften ſchlieſst Hatchett, daſs dieſer Stoff ein *ſäuerbares Metall* iſt, welches ſich von allen bis jetzt bekannten unterſcheidet; er nennt es nach dem Vaterlande deſſelben *Columbium*.

VII.

Auszüge aus Briefen galvaniſch-electriſchen Inhalts an den Herausgeber.

1. *Von Herrn P. L. Maréchaux, Pred. d. franz. wallon. Gemeinde, und Herausg. der Zeit. für Naturforſcher.*

Weſel den 16ten März 1802.

Ich theile Ihnen hier für Ihre Annalen einige Beobachtungen mit, wozu mein Galvanometer, (um den Uebelklang: Galvanismometer, zu vermeiden,) mir verholfen hat, und zwar für jetzt bloſs einen vorläufigen Auszug meines galvaniſchen Tagebuchs, bloſse Facta, Verhältniſſe und Zahlen, ohne alles Raiſonnement, indeſs ich vieles andere zu einer vollſtändigern Arbeit verſpare.

Zu eben der Zeit, da mein Freund, der Prof. Erman zu Berlin, ſeine, mit vieler Sorgfalt angeſtellten, und mit groſser Beſtimmtheit ausgedrückten electrometriſchen Verſuche an der Säule unternahm, war ich meinerſeits auf die Einrichtung eines eigentlichen Galvanometers bedacht; und da ich in Metallarbeiten einige Fertigkeit beſitze, brachte ich denſelben bald zu Stande. Ich bediente mich dazu zweier 7 bis 8 Zoll langer Stücke von Barometerröhren, die eine nicht ganz $\frac{3}{4}$, die andere 1 Linie weit. Die Röhren ſtehen vertikal auf einem

dazu eingerichteten Fufsgeſtelle und Fufse, und ein Meſſingdraht von No. 12 macht die Verbindung zwiſchen der zu zerſetzenden Waſſerfläche und dem Hydrogenpole. An beiden Röhren iſt die Einrichtung dieſelbe, und in einem Augenblicke ſind ſie voll Waſſer und luftdicht. Die Scale iſt nach Linien, 10 auf einen rheinl. Zoll, eingetheilt, und jede Linie ein Grad.

Ich ging davon aus, dafs ſtets die waſſerzerſetzende Kraft der Säule im Verhältniſſe mit ihrer abſoluten electriſchen Kraft ſtehen müſſe, wie beide auch im Uebrigen von einander abhängen mögen. Wollte man auch dieſes noch nicht zugeben, ſo bliebe doch immer wahr, dafs eine Säule, die mehr Waſſer zerſetzt, oder Waſſerſtoffgas bildet, *in dieſer Hinſicht ſtärker iſt*, als eine andere, die weniger giebt. Um alles zu entfernen, was einige Unterſchiede erzeugen konnte, richtete ich mein Inſtrument ſo ein, dafs ich zum Produkte, ſo viel ſich ſolches thun liefs, nur das Waſſerſtoffgas erhielt; dieſes allein giebt mir das Maafs der Kraft der Säulen her.

Ehe ich das Inſtrument mit einigem Erfolge brauchen konnte, mufste die Entfernung beſtimmt werden, in welcher die beiden gas- und oxyderzeugenden Spitzen ihr Maximum von Wirkſamkeit äufsern. Dieſes zeigt Ihnen folgendes Bruchſtück einer gröſsern Tabelle, die ich Ihnen bei einer andern Gelegenheit vorlegen werde. Ich brauche nicht dabei zu erinnern, dafs die Zeiten immer

dieſelben blieben, und die Plattenpaare bei jedem Verſuche gewechſelt wurden.

Entfernungen beider Spitzen: 8‴, 5‴, 3‴, 1‴
Reſultate: 16°, 21°, 23°, 23°

Drei Linien iſt der Abſtand, den ich bei der Conſtruction der Maſchine wählte, um nicht durch allzugroſse Nähe ein zu ſtarkes Ueberſtrömen des Oxygengas zu veranlaſſen. — Ich bediente mich bei dieſen und den übrigen Verſuchen eines reinen Brunnenwaſſers, wovon ich die Luft, durch Kochen, ſo viel es ſich thun läſst, abſonderte. Die Reſultate, welche deſtillirtes und andere mehr oder minder reine Waſſer geben, ſind noch nicht vollſtändig.

Ich richtete darauf meine Aufmerkſamkeit auf die zur *Leitungskette* dienenden Subſtanzen; eine wichtige Unterſuchung, wie Sie aus den Reſultaten ſehen werden. Ein früherer Verſuch mit der einfachen Kette hatte mich ſchon darauf aufmerkſam gemacht, und mich auf den Gedanken geführt, daſs, im Fall ungleichartige galvaniſche Subſtanzen zu Leitern in der Kette gebraucht werden, ſo daſs ſich ein Organ oder ein flüſſiger Leiter zwiſchen beiden befindet, dieſe ungleichartigen, und folglich gegen einander galvaniſirenden Subſtanzen, die Wirkung der Kette nach ihrer eignen Capacität modificiren. Einen ſiegreichen Beweis für dieſe Meinung liefert folgende Tabelle, über Verſuche, wo der Hydrogenpol immer mit Meſſingdraht armirt blieb und die verſchiednen Subſtanzen bloſs am Oxygenpole wechſelten.

Hydrogenpol.	*Oxygenpol.*	*Resultat.*
Meſſing	⊙ mit etwas ♀ vermiſcht	$2\frac{1}{2}°$
—	Holzkohle	4
—	Waſſerblei	7
—	ganz feines Silber	10
—	Meſſing	9
—	Stahl	12
—	Zink	20

Zu jedem dieſer Verſuche wurden friſches Waſſer von demſelben Gehalte, und immer friſche Plattenpaare in gleicher Anzahl, und gut gereinigt genommen. Auch hielt ſich während der Zeit, da ſie gemacht wurden, die Witterung ziemlich gleich.

Eine beſondere Aufmerkſamkeit verdiente das Verhältniſs der galvaniſchen Subſtanzen gegen einander. Die Scale, die wir bis jetzt beſitzen, iſt nicht das Reſultat einer Berechnung, ſondern bloſs eine Würdigung der Wirkung dieſer Subſtanzen, ſo weit die Empfindung oder ihre Wirkung auf die Nerven ſolche geſtattete. Hier eine Tabelle, die noch nicht vollſtändig iſt, die mir aber doch ſchon, ſo wie ſie da iſt, einigen Werth zu haben ſcheint. Gleiche Anzahl Schichtungen aus folgenden

galvaniſchen Subſtanzen			gaben folgende Mengen Waſſerſtoffgas.
Silber	Salzw.	Waſſerblei	$\frac{1}{4}°$
Kupfer	—	Silber	$1\frac{1}{8}°$
Kupfer	—	Waſſerblei	$3\frac{1}{2}°$
Zink	—	Kupfer	24°
Zink	—	Silber	60°
Zink	—	Molybdän (Waſſerbl.)	64°

Sie ſehen ſchon aus dieſer Tabelle, daſs ſich das Kupfer gegen das Waſſerblei in der Wirkung mit Zink wie 24 : 64 verhält, ſo daſs eine Säule *Z. K.* von 64 Schichten wirklich einer von 24 *Zink Molybdän* auch in den phyſiologiſchen Wirkungen (?) gleich kömmt. Dieſes Verhältniſs iſt durch unzählige Verſuche beſtätigt, ſo wie diejenigen Reſultate, die ich Ihnen mittheile.

Bei abwechſelnden Verſuchen zeigten ſich indeſſen dann und wann in den Zahlen Abweichungen. Wie ſehr die immerwährenden chemiſchen Wirkungen in der Luft auf den Gang der Säule wirken, will ich zu einer andern Zeit zeigen. Indeſſen hat doch nach einer langen Reihe von Verſuchen eine gewiſſe Anzahl Plattenpaare ein Maximum in ihrer Wirkung gezeigt, die ſie nicht überſchreiten, ſobald nur die leitenden Subſtanzen dieſelben bleiben.

Von einer Hauptarbeit will ich Sie diesmahl noch nicht unterhalten. Sie betrifft das Verhältniſs, nach welchem die Wirkſamkeit der Säule mit der Menge der Plattenpaare wächſt. 82 Plattenpaare Zink und Waſſerblei haben mir ſchon eine Reihe Zahlen gegeben, die mich auf ein nahe liegendes Maximum beſtimmt hinweiſt. Das 10 Fuſs lange Geſtell zur vollkommnen Ausführung dieſer Unterſuchung habe ich heute bekommen. Reſultate über Säulen von gröſserm Durchmeſſer ſind ebenfalls ſchon vorhanden. Alle dieſe Reſultate ſind mit groſsem Fleiſse und unermüdeter Aufmerkſamkeit geſammelt, und können daher, ſo weit Sie die Be-

kanntmachung derſelben für nützlich halten, in Ihren Annalen einen Platz finden. *)

---

2. *Von Hrn. Prof. C. H. Pfaff.*

Kiel den 4ten April 1802.

— — Ich habe mich in der letztern Zeit mit *genauen Verſuchen* über die electriſche Spannung verſchiedner Voltaiſcher Säulen beſchäftigt. Ich ließ mir dazu einen Condenſator verfertigen, der mir vortreffliche Dienſte leiſtet, und aus zwei ſo wohl aneinander abgeſchliffnen Metallplatten, daſs ſie ſtark mit ihren glatten Flächen aneinander adhäriren, von 6 Zoll im Durchmeſſer, beſteht. Die untere iſt mit dünnem blauen Zindeltaffent ſtramm überſpannt. Mein Electrometer iſt nach den Grundſätzen

*) Die in dieſem Briefe vorläufig bekannt gemachten Reſultate aus den verſchiednen Reihen von Verſuchen, die Herr Maréchaux mit ſeinem Galvanometer angeſtellt hat, ſind, wenn ſie ſich völlig beſtätigen, ſo neu und wichtig, daſs ſie nach dem genauern Detail und der weitern Ausführung derſelben gewiſs ſehr begierig machen. — Da ſie unſern bisherigen Vorſtellungen über dieſe Punkte ſo ganz und gar widerſprechen, ſo käme es bei ihnen hauptſächlich auf zahlreiche Wiederhohlung unter abgeänderten Umſtänden, und auf die ſorgfältigſte Sicherung vor jeder möglichen Täuſchung an, worüber uns der Herr Verfaſſer in der verſprochnen Abhandlung nicht in Zweifel laſſen wird. *d. H.*

ſätzen des Delücſchen Fundamental-Electrometers verfertigt. Bis jetzt habe ich nur einige Verſuche über den Einfluſs der Legirung des Zinks mit Zinn und Blei in verſchiednen Verhältniſſen, auf ſeine electricitäts-erregende Eigenſchaft angeſtellt, und gefunden, daſs bis zu $\frac{1}{3}$ mit Zinn oder mit Blei legirt, ſeine Kraft auf keine merkliche Weiſe geſchwächt wird. Ich werde dieſe Verſuche mit mehrern Metallgemiſchen fortſetzen, da meine Inſtrumente mir eine groſse Genauigkeit erlauben. Ich wende in dieſem Augenblicke den Galvanismus bei einigen Harthörigen, ſo wie auch bei Taubſtumm-Gebohrnen an, und werde meine Verſuche, wenn ſie ein wichtiges Reſultat geben, bekannt machen. Das hieſige Taubſtummen-Inſtitut, das unter der Leitung eines Herrn Pfingſten, eines zu dieſem Geſchäfte gleichſam von der Natur berufenen Mannes, ſteht, bietet mir zu meinen Verſuchen eine hinreichende Anzahl von Subjecten dar, um ihnen eine gewiſſe Ausdehnung geben zu können. — — —

---

3. *Von Hrn. Prof. Grimm.*

Liegnitz den 12ten Jan. 1802.

— — Seit dem October vorigen Jahres iſt nicht mehr Breslau, ſondern Liegnitz mein Wohnort, wo ich bei der Ritter-Akademie als Profeſſor der Mathematik und Phyſik bin angeſtellt worden. — —

In den letzten Monaten meines Aufenthalts in Breslau habe ich einigemahl Gelegenheit gehabt,

von dem Galvanismus in medicinischer Hinsicht Gebrauch zu machen. Eine hartnäckige Augenentzündung wurde gänzlich gehoben, und ein fehlerhaftes Gehör besserte sich merklich. Die grössten Batterien, welche ich hierzu anwendete, bestanden zwar nur aus 30 Lagen, aber dessen ungeachtet bekamen die Personen, welche anhaltend galvanisirt wurden, Kopfweh und Diarrhöe, und ein Mädchen von 16 Jahren, das mit Erfolg wegen eines fehlerhaften Gehörs galvanisirt wurde, bekam das erste Mahl ein heftiges Erbrechen. — Meine wenigen hierüber gesammelten Erfahrungen werden nächstens in dem Archiv der Heilkunde für Schlesien und Südpreussen bekannt gemacht werden. Hier zu Liegnitz habe ich mir so viel Kupfer- und Zinkplatten angeschafft, dass ich eine aus 495 Lagen bestehende Batterie erbauen kann. Die wenigen Versuche, welche ich bis jetzt damit angestellt habe, erhalten Sie mit dem heutigen Briefe.

---

4. *Von Hrn. Hofapotheker Gruner.*

Hannover den 20sten April 1802.

So eben erhalte ich das 3te Stück des 10ten Bandes Ihrer *Annalen der Physik*, in welchem sich der sehr interessante Aufsatz des Hrn. Dr. Reinhold befindet. Dieser Gelehrte legt mir S. 335 die Frage zur Beantwortung vor: „ob die Silbernadeln, deren ich mich bediente, um die Silberkrystalle ausser-

halb der Batterie zu erhalten, wirklich völlig rein waren; und ob sie nicht vorher, mit der Batterie verbunden, als Oxygen- oder Hydrogendraht bei einer Gasentwickelung wirksam gewesen wären.“ Ich unterlasse nicht, diese Frage auf demselben Wege zu beantworten. Die von mir gebrauchten Silbernadeln hatten zwar sehr häufig bei Gasentwickelungen, bald als Oxygen-, bald als Hydrogendraht, gedient, jedoch bediente ich mich ihrer nie zu einem neuen Versuche, ohne sie vorher, durch Feilen und Poliren, auf das genaueste von allem ihnen anhängenden Oxyd zu befreien. Das in der Auflösung befindliche Silber war ebenfalls ohne alle Vermischung mit Kupfer; denn das salpetersaure Silber war aus Silber verfertigt, welches durch die Zerlegung des salzsauren Silbers erhalten war.

So eben schreibt mir van Mons, dass die chemische Societät zu Amsterdam durch Versuche bewiesen habe, dass das neu entdeckte *Gas oxyde de carbone* nichts sey, als gekohltes Wasserstoffgas, welches noch weniger Kohlenstoff, als das bis jetzt bekannte gekohlte Wasserstoffgas enthalte. Die Abhandlung der Societät wird in den 5ten Heft seines *Journals de Chimie et de Physique* eingerückt werden.

---

5. *Von Hrn. L. A. von Arnim.*

Regensburg den 2ten Jan. 1802.

— — Ich hatte das Vergnügen, hier zwei fleissige Beobachter der Voltaischen Säule zu finden, den

Grafen Kaspar von Sternberg und den Grafen von Klenau. Es wäre zu wünschen, dafs sie ihre Erfahrungen selbst bekannt machten; ich will Ihnen indessen einiges mittheilen, was mich unter dem, was ich bei ihnen gesehen, besonders interessirte.

Der Apparat des Grafen Klenau, von ungefähr 500 Ketten, zeichnete sich durch eine zugleich bequeme und schöne Anordnung in der Form eines freien griechischen Tempels aus, dessen Säulen mit den Voltaischen gefüllt, ihr Feuer in der Mitte auf dem Altare sammelten, wo man nach Bequemlichkeit zünden, schmelzen, oder durch angelegte Ketten die Wirkung nach einem andern Orte verbreiten konnte.

Was ich in den *Annalen*, VIII, 293, geäufsert hatte, dafs ich, ohne Versuche darüber angestellt zu haben, überzeugt sey, man könne die beiden Metalle, aus welchen die Säule besteht, in ihrer Berührung zusammenschmelzen, fand ich von dem Grafen Sternberg mit Kupfer- und Zinkplatten, die ungefähr 8 Zoll im Durchmesser hatten, schon ausgeführt. Sie thaten so viel stärkere Wirkung, als vorher, wo sie getrennt auf einander gelegt wurden, wahrscheinlich wegen der dadurch verhinderten Oxydation und Befeuchtung. Diese grofsen Platten, es waren 5 Paare, hatten manches Auszeichnende. Ungeachtet die berührende Oberfläche fast noch einmahl so grofs, wie von einer 80schichtigen Kupfer- und Zinkbatterie, in der Gröfse eines

Thalers war, so gab sie doch kaum merkliche, den meisten nur an verwundeten Stellen empfindbare Schläge; dagegen Funken, wie sie sonst an Batterien von 80 Plattenpaaren oft nicht gesehen werden. Ich glaube, dafs hier die äufserſten grofsen Platten die Wirkung eines Condensators ausüben, und Electricität in sich sammeln, die ihr + oder — nicht auf der entgegengesetzten Seite der Batterie, sondern in der Luft hat. Sie giebt Funken wie der Conductor an einer Electrisirmaschine, nicht wie eine Batterie. (?) Diese Vermuthung liefse sich leicht durch Versuche prüfen.

Es wurde die Wirkung zweier Säulen auf Kieselfeuchtigkeit versucht. Nach 24 Stunden hatte sich noch nichts darin niedergeschlagen; die Luftentwickelung dauerte noch fort. Die Auflösung von Thonerde in Alkali könnte vielleicht über Oxydation der Erde, und ihre daher folgende Auflöslichkeit in Alkali manches belehrende Resultat geben.

Medicinische Anwendung hat man hier, wo doch wegen endemischer Nervenkrankheiten viel Gelegenheit wäre, wenig gemacht; man ist sogar davon durch einige in München durch zu heftiges Galvanisiren auf Stellen, die durch Blasenpflaster der Oberhaut beraubt worden, völlig taub gewordne Halbtaube, fälschlich abgeschreckt worden. *Abusus non tollit usum.*

Der gütigen Mittheilung des Hrn. Prälaten Arbuthnot verdanke ich die Bekanntschaft mit Volta's und van Marum's neuesten Abhandlungen,

(*Annales de Chimie*, No. 120,) die wahrſcheinlich auch in Ihren Händen ſind. (*Annalen*, 1802, H. 2, 4.) Volta's Abhandlung, als Selbſtbiographie ſeiner Säule, van Marum's wegen der auſserordentlichen Verſtärkung der Wirkung, haben mir viel Vergnügen und Belehrung verſchafft. Wie Sie leicht bemerken werden, ſteht meine Theorie, (*Annal.*, VIII, 163,) mit der Voltaiſchen in einem directen Widerſpruche; doch muſs ich geſtehen, daſs ſelbſt dieſer neueſte Aufſatz Volta's mir ein Beweis von der Richtigkeit meiner Auslegung geworden iſt. Damit hier kein ähnliches Miſsverſtändniſs, wie damahls bei Ritter in ſeiner Widerlegung meiner Polbenennung, ſtatt finde, ſo will ich von beiden die Hauptmomente kurz ausheben, und einander gegenüberſtellen.

I. a. Nur im Conflict der Leiter und Nichtleiter, (zu denen auch die Leiter zweiter Ordnung gehören,) erfolgt eine electriſche Vertheilung zwiſchen Leitern. (*Annalen*, VIII, 277.)

b. Volta. Sie erfolgt auch zwiſchen den Leitern erſter Klaſſe für ſich, und ohne Anweſenheit eines Leiters zweiter Ordnung.

Dieſes Geſetz glaubt Volta durch einen Verſuch zu beweiſen: ich glaube aber, daſs er, genau betrachtet, das Gegentheil beweiſt. Zwei verſchiedne Metallplatten werden aneinander gelegt, die eine mit dem Knopfe einer *nicht-iſolirten* Leidener Flaſche, die andere mit dem Deckel des Condenſators, deſſen untere Platte mit der Erde ver-

bunden ist, in Berührung gesetzt; Flasche und Deckel laden sich entgegengesetzt. Dieser Versuch beweist aber blos die Vertheilung der vorhandnen Electricität zwischen Leitern, nicht ihre Erzeugung; und zeigt, dass hierzu eben so die Verbindung mit Luft und Erde und allen Nichtleitern nöthig ist, welches nicht nach Volta, sondern nur nach meinem Gesetze ausgedruckt werden kann.

II. a. In der Wärme-Capacitätsänderung, (gewöhnlich durch Zersetzung,) der Nichtleiter entsteht ihr electrisches Verhältnis gegen einander oder gegen Leiter. (Bei der gewöhnlichen Electrisirmaschine ist es die Zersetzung der Luft, und die Zuleitung aus der schon gebildeten der Erde. Wie geringe diese gegen die Zersetzung des tropfbarflüssigen Nichtleiters in der Voltaischen Säule ist, beweist van Marum's scharfsinnige Vergleichung der Säule mit der Teylerschen Riesenmaschine, der 333 Ketten in der Wirkung gleich kommen.

b. Volta. In der Säule dienen die Leiter zweiter Ordnung nur als Zwischenleiter der zwischen den verschiednen Metallen erregten Electricität.

Dagegen sprechen das Aufhören und die Verminderung der Wirkung in sauerstoffleeren Räumen und mit der Oxydation der Platten, und hauptsächlich der Widerspruch der Bedingungen der Voltaischen Säule gegen jenen ersten Hauptversuch Volta's. Dort durften die Platten nicht isolirt seyn, die Säule hingegen ist es nothwendig. Es wird daraus deutlich, dass hier, wie mein Gesetz bestimmte,

die Zerſetzung der Flüſſigkeiten die Dienſte der Erde thue, und die Electricität in ihrer Zerſetzung erzeuge, die durch die Vertheilung der verſchiednen Metalle nach beiden Polen ausgetrieben wird, wobei die oberſte und die unterſte Platte der Säule ganz in dem Verhältniſſe gegen einander, wie die Platten des Condenſators ſich befinden.

Herr van Marum hat einige Verſuche gegen die Oxydation als Urſach der Electricität angegeben. Gegen mich beweiſen ſie nicht, da ich nicht die verſchiedne Oxydation der Metallplatten, ſondern ein anderes dadurch abgeändertes Verhältniſs für die Urſach der Erſcheinungen halte, und dieſes durch Verſuche zu bewähren geſucht habe, (*Annalen*, VIII, 192, 193,) wiewohl ich glaube, daſs immer die Oxydation dieſes Verhältniſs wirklich ändert. Herr van Marum führt dagegen an, daſs mit Salpeterſäure, wo die Oxydation beider Platten ſehr beſchleunigt worden, die Säule nicht ſo ſtarke Wirkung als mit Salmiakauflöſung, gethan hätte. Der Grund iſt doch hervorleuchtend, weil nie an die Oxydation überhaupt, ſondern an die Oxydation unter einem gewiſſen Verhältniſſe, nicht an die Beförderung der Oxydation beider Platten, ſondern einer, die Erſcheinung gebunden iſt. (?) Dieſes leiſtet ſowohl das Waſſer wie der Salmiak.

VIII.

PROGRAMM

der batavischen Gesellschaft der Wissenschaften zu Haarlem, für das Jahr 1802.)*

1. *Preisvertheilungen.*

Die Gesellschaft hielt am 1sten Mai zum funfzigsten Mahle ihre jährliche Sitzung. Der dirigirende Präsident, Joh. Giesbert Decker, eröffnete sie durch eine Rede, worauf der Sekretär seinen Bericht über die eingelaufnen Beantwortungen der ausgesetzten Preisfragen vorlas.

1. Auf die Preisfrage *über die Wirkung der sogenannten galvanischen Säule*, (*Annalen*, VIII, 379,) war nur eine einzige deutsch geschriebne Abhandlung eingegangen. Da die Gesellschaft unterrichtet wurde, dass die darin enthaltne Beschreibung einer eigenthümlichen Einrichtung der Säule schon anderwärts mitgetheilt worden, um in eine deutsche Zeitschrift eingerückt zu werden, so konnte sie aus diesem Grunde die Abhandlung nicht zur Preisbewerbung zulassen. Doch beschloss sie, dem Verfasser die silberne Medaille für die dritte Abtheilung seiner Abhandlung: die von der *Zersetzung des Wassers durch die electrische Säule* handelt, zuzuerkennen, im Falle er binnen zwei Monaten bei dem Sekretär der Gesellschaft die Er-

*) Ausgezogen aus dem französischen Originale, mit Beziehung auf die vorjährigen Programme, die sich in den *Annalen*, V, 474, und VIII, 379 im Auszuge finden. *d. H.*

klärung einreichen würde, dafs er die neuen Verſuche, welche dieſe Abtheilung enthält, nicht ſchon irgendwo anders bekannt gemacht habe, (*n'avoir pas communiqué ailleurs.*)

2. Auf die Frage: *was man, nach den Beobachtungen der neuern Aſtronomen, beſonders Herſchel's und Schröter's, als bewieſen oder wahrſcheinlich gemacht anſehn könne, über den Umfang des Univerſums und die Ordnung, in welcher die himmliſchen Körper ſtehn.* (*Annalen*, VIII, 383, und V, 475,) waren 4 Abhandlungen eingelaufen: 1 holländiſche, 2 deutſche und 1 franzöſiſche. Einſtimmig wurde der holländiſchen die goldne Preismedaille zuerkannt. Nach Oeffnung des Zettels fand ſich als Verfaſſer J. F. L. Schröder in Amſterdam. Ueberdies wurde beſchloſſen, auch den erſten Theil der deutſchen Abhandlung, die zum Motto hat: *Mundi remota* etc., abdrucken zu laſſen, und dem Verfaſſer die ſilberne Medaille zuzuerkennen, falls er ſich binnen 2 Monaten nahmhaft machen würde.

3. Die Frage: *Was für Licht geben uns die neuern Fortſchritte in der Phyſiologie der Pflanzen über die Art, wie die Düngungsmittel für verſchiednen Boden die Vegetation der Pflanzen befördern, und welche Indicationen laſſen ſich daraus für die Wahl der Düngungsmittel und die Fruchtbarmachung unbebauter und dürrer Ländereien ziehn?* (*Annalen*, V, 476,) hat nur eine deutſche Beantwortung mit dem Motto: *Non honoris* etc., gefunden, die man jedoch zu oberflächlich und mangelhaft fand, um ihr den Preis zuerkennen zu können. Man beſchloſs, die Frage nochmahls für einen neuen Concurs zum 1ſten Nov. 1803 auszuſetzen.

4. *Ueber die Nützlichkeit des Studiums der Naturgeſchichte für die Jugend*. (*Annalen*, V, 476,) waren der Geſellſchaft 9 Abhandlungen zugeſchickt worden, 1 franzöſiſche, 1 holländiſche und 7 deutſche. Einige derſelben ſind nicht ohne Werth; doch beantwortet keine den zweiten und dritten Punkt der Frage hinlänglich, um gekrönt zu werden. Auch dieſe Preisfrage wird daher nochmahls aufgegeben, um den Verfaſſern jener Abhandlungen Gelegenheit zu verſchaffen, ſie zu vervollkommnen, und andern, ihre Talente daran zu üben. Die Abhandlungen müſſen vor dem 1ſten Jan. 1803 eingeſchickt werden. Zugleich wird der dritte Theil der Frage, um die Aufmerkſamkeit mehr auf ſie hinzulenken, folgendermaſsen abgeändert: *und welches iſt die ſchicklichſte Art, die Jugend, beſonders dieſes Landes, in den verſchiednen Ständen, ſowohl bei öffentlichem als Privat-Unterrichte, zum Studio dieſer Wiſſenſchaft zu ermuntern, und dieſes ihr ſo nützlich als möglich zu machen?*

5. Auf die Frage *über die Bewegung des Saftes in den Bäumen und Kräutern*, (*Annalen*, V, 474,) war eine Abhandlung deutſch, mit dem Motto: *Hominum commenta dies delet*, eingegangen. Sie that aber, nach dem Urtheile der Geſellſchaft, der Frage auf keine Art Genüge. Auch ſie wird daher bis zum 1ſten Nov. 1803 wiederhohlt.

6. Die Frage *über das Rauchen der Wohnungen*, (*Annalen*, V, 475,) hat 3 deutſche und 2 holländiſche Beantwortungen erhalten. Man fand indeſs keine dieſer 5 Abhandlungen des Preiſes würdig, weil ſie nicht auf die Verbeſſerung der Kamine in den Zimmern, den phyſiſchen Gründen, welche den Rauch

zum Anſteigen bringen, gemäſs, Rückſicht nehmen, ſondern hauptſächlich nur die Küchen-Schornſteine betreffen. Eine dieſer Abhandlungen war überdies allzuweitläufig und unnöthiger Weiſe mit mathematiſchen Beweiſen überladen. Die Preisvertheilung wird daher bis zum 1ſten Nov. 1803 verſchoben, um den Verfaſſern Gelegenheit zu geben, dieſe gerügten Mängel zu verbeſſern, und ſich nochmahls um den Preis zu bewerben.

7. Auf die Frage: *was die neuen Entdeckungen in der Chemie über die Natur der Gährung lehren, und welche Vortheile ſich daraus für gewiſſe Fabricationen ziehen laſſen, die ſich mit gährungsfähigen Stoffen beſchäftigen,* (*Annalen*, V, 477,) war eine deutſche Abhandlung mit dem Motto: *Tout eſt important dans les voyes de la nature*, eingegangen. Man urtheilte, daſs ſie die goldne Preismedaille nicht verdiene, weil die Theorien, die ſie enthält, zu wenig auf Verſuche gegründet, und die aufgeſtellten Grundſätze nur auf zwei Fabricationsprozeſſe mit gährungsfähigen Stoffen angewendet ſind. Da aber dieſe Abhandlung allerdings Talent verräth, ſo beſchloſs man, den Verfaſſer durch dieſes Programm zu ermuntern, ſeine Abhandlung zu vervollkommnen, indem er ſeine Theorien beſſer durch Verſuche bewährte, und auf mehrere Fabricationsprozeſſe, (*trafiques*,) von angezeigter Art anwendete, und ſie ſo vervollkommnet vor Ende dieſes oder des nächſten Jahres der Geſellſchaft nochmahls zuzuſchicken, damit ſie ſie, wenn ſie ihrer Abſicht entſpricht, im Jahre 1803 oder 1804 krönen könne.

8. Es war keine Antwort auf die Frage nach *einheimiſchen bisher ungebrauchten Farbenpflanzen*, (*Annalen*, V, 475,) eingelaufen. Dieſe Frage wird daher nochmahls auf eine unbeſtimmte Zeit aufgegeben.

Der Gesellschaft waren in einer ihrer ordentlichen Sitzungen *Betrachtungen über den Donner, als ein nicht bloſs electrisches Phänomen*, von Adrian van den Ende vorgelegt worden, die sie billigte, und deren Druck sie beschloſs.

2. *Preisaufgaben.*

A. Neue. Einsendungstermin der 1ste Nov. 1803, unter den bekannten Bedingungen, (*Ann.*, VIII, 379.)

1. *Was haben uns die neuesten Beobachtungen über den Einfluſs des Sauerstoffs der atmosphärischen Luft, (er wirke in Verbindung mit dem Lichte oder nicht,) auf die Veränderung der Farben gelehrt; — und welche Vortheile lassen sich daraus ziehn?* Die Gesellschaft wünscht, daſs kurz und präcis angegeben werde, was hierin durch Beobachtungen oder Versuche gut bewiesen ist, damit man den jetzigen Zustand der Wissenschaft in dieser Rücksicht leicht übersehn, und daraus in den Gewerben und der Oekonomie Vortheil ziehn könne.

2. *Welches Licht hat sich über die Art, wie sich die Pflanzen ernähren, seit den Entdeckungen über die Zersetzung des Wassers und der atmosphärischen Luft verbreitet; — und was kann man daraus zur Verbesserung der Cultur nützlicher Gewächse folgern?*

3. *In wie weit ist die Reinigung des verdorbnen Wassers und anderer unreiner Stoffe, vermöge der Holzkohle, durch hinlängliche Erfahrung bewährt? Wie weit läſst sich die Art, wie dieses geschieht, aus den Grundsätzen der Chemie erklären, und was kann man daraus für weitern Nutzen ziehn?*

B. Die *ältern* Preisfragen, für die sich der Concurs am 1sten Nov. 1802 endigt, findet man in den

Annalen, VIII, 379, verzeichnet, unter No. 2 bis 6, und 383 unter No. 1, 2. Drei derſelben ſind *mediciniſch-chemiſche Fragen*; die andern betreffen *einige Grundſätze der Phyſik des Feuers*; *die Urſach des Verderbniſſes ſtehender Gewäſſer*; Chladni's *Klangfiguren*, deren Aufzählung und Theorie; und die *Naturgeſchichte der Wallfiſche*.

C. Die ältern Preisfragen für einen unbeſtimmten Termin ſtehn in den *Annalen*, VIII, 384; nur daſs jetzt die erſte wegfällt. Sie betreffen: *den Nutzen einiger dem Anſcheine nach ſchädlicher Thiere*; *einheimiſche noch unbekannte Heilkräuter*; und *einheimiſche noch ungebaute oder ausländiſche anpflanzbare Pflanzen zur Nahrung*.

Druckfehler. Seite 19, Zeile 1, lies ein *viereckiger* ſtatt ein *umgekehrter* eiſerner Stab.

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1802, SECHSTES STÜCK.

I.

Ueber

die Fähigkeit der Flamme, der Knochen und des luftleeren Raumes, die Wirkungen der Voltaiſchen Säule zu leiten,

vom

Profeſſor ERMAN
in Berlin,

(eine in der philomatiſchen Geſellſchaft gehaltne Vorleſung, in welcher zugleich die beſchriebnen Verſuche angeſtellt wurden.)

Die Naturforſcher waren kaum auf die Phänomene des ſogenannten Galvanismus durch Zufall aufmerkſam gemacht worden, ſo theilten ſie ſich auch ſchon in ihrer Meinung über die eigentliche Urſache derſelben. Es fehlte indeſs damahls noch ſo ſehr an beſtimmten Thatſachen, und die Unterſuchungen wurden ſo einſeitig und ſo wenig im wahren Geiſte der Phyſik angeſtellt, daſs es kein Wunder iſt, wenn über die Urſachen der Phäno-

mene beinahe gar nichts ausgemittelt wurde. Wir besafsen bereits eine bänderreiche galvanische Bibliothek, und in der Hauptsache: *Was ist Galvanismus?* waren wir nicht viel weiter, als die Aerzte des alten Roms, die doch auch schon die Migräne, die Fufsgicht und den Vorfall des Mastdarms durch die electrischen Entladungen des Zitterrochens curirten oder doch zu curiren versuchten. *)

Bei diesen Umständen wäre es gleich unnütz und langweilig, die frühern und voreiligen Meinungen über die Natur des Galvanismus einer kritischen Prüfung zu unterwerfen. Nur über den der Dichotomie nach allgemeinsten disjunctiven Satz, der alle andere nothwendig unter sich begreift, ob nämlich

*) *Capitis dolorem, quamvis veterem et intolerabilem, protinus tollit et in perpetuum remediat torpedo viva nigra, impositа eo loco, qui in dolore est, donec definat dolor et obstupescat ea pars, quod quum primum senserit, removeatur remedium, ne sensus auferatur eius partis. Plures autem parandae sunt eius generis torpedines, quia nonnunquam vix ad duas tresve respondet curatio, id est torpor, quod est signum remediationis.* (Scribonius Largus, Cap. 1.) Bei dem Podagra wurden die Füfse in Waffer getaucht, worin sich ein Zitterrochen befand, und der Kranke wurde so lange galvanisirt, bis die Betäubung das Knie erreichte. So wurde Anthero, Freigelafsner des Tiberius, von der Fufsgicht befreiet. Was die galvanische Cur des *Prolapsus recti* betrifft, so hat Dioscorides etwas darüber. *Erman.*

die *gesuchte Ursache, Electricität sey oder nicht,* wird es vielleicht gerade jetzt nicht überflüssig seyn, ein Paar Worte voranzuschicken.

Man könnte sich nämlich leicht verleiten lassen, der Meinung derjenigen, welche behaupten, Electricität sey die Ursache der sogenannten galvanischen Wirkungen, den Sinn unterzulegen, als wäre die zu diesem Resultate gediehene Untersuchung dadurch als beendigt anzusehen. Die Wissenschaft würde indess durch diesen Wahn nicht wenig verlieren. Ausgemacht ist es, dass wir von dem Wesen der Electricität in mechanischer Rücksicht wenig, und in chemischer beinahe gar nichts wissen; seltsamer aber, als selbst diese Unwissenheit, ist der Umstand, dass man so geneigt ist, sie nicht anzuerkennen, oder sie ganz aus den Augen zu lassen. Eine nicht unbeträchtliche Menge von Phänomenen ist allmählig unter eine verhältnissmässig kleine Anzahl von Gesetzen zurückgebracht und festgesetzt worden. Man gewöhnte sich nur zu leicht, die gegebnen Fälle unter diese noch viel zu speciellen Gesetze zu subsumiren, und die Untersuchung gerieth ins Stocken, da doch der Wahlspruch der versuchenden Vernunft seyn sollte: *Nichts ist gethan, so lange etwas zu thun übrig bleibt.* Lichtenberg suchte die Physiker und Chemiker durch den Stachel der Satire aus ihrem Schlummer zu wecken. *Werden sie sich denn nicht endlich schämen,* sagte er, *die Electricität bei chemischen Untersuchungen anzuwenden, gerade wie sie die Feuer-*

zange beim Ofen brauchen. Dieſer Vorwurf iſt in der That buchſtäblich gegründet, und doch fruchtete er nichts. Wir zerſetzten nach wie vor das Waſſer und das Ammonium; wir verbanden Sauerſtoffgas und Stickgas zu Salpeterſäure, Waſſerſtoffgas und Sauerſtoffgas zu Waſſer; wir oxydirten die Metalle und mehrere andere oxydirbare Subſtanzen, alles durch electriſche Einwirkungen, und doch unterzog ſich niemand der Unterſuchung über das *Wie* und *Warum;* — viele glaubten ſogar bei dieſen chemiſchen Prozeſſen keine fremde Subſtanz mit ins Spiel gezogen zu haben.

Die neue Geſtalt, unter welcher die electriſchen Wirkungen uns an der Voltaiſchen Säule gegeben werden, ſind ganz geeignet, die zu früh abgebrochene Unterſuchung wieder anzuknüpfen, und durch das Räthſelhafte der Phänomene uns das Mangelhafte unſrer Erkenntniſs recht fühlbar zu machen. Früh oder ſpät muſs ſich doch einmahl an die Periode der pneumatiſchen Chemie die der unwägbaren expanſibeln Flüſſigkeiten anſchlieſsen. Nun macht uns aber Volta's Säule nicht bloſs dieſes Bedürfniſs fühlbar; ſie giebt uns zugleich Mittel an die Hand, es zu befriedigen, und in dieſer Rückſicht läſst ſich kaum muthmaſsen, wie ſchnell und wie weit dieſe glückliche Entdeckung uns führen werde.

Dieſe Wünſche und Hoffnungen würden aber alle unerfüllt bleiben, wenn ſich hier auch unſer Auge an das Kleid der Dinge ſtoſsen ſollte, wenn

wir, nachdem die Identität des Galvanismus und der Electricität erwieſen ſeyn wird, glauben ſollten, den galvaniſchen Prozeſs darum genauer zu kennen, und wenn der Eifer, mit dem man ſich dieſen Unterſuchungen anfänglich unterzog, nachlaſſen ſollte, ſobald die ſehr *unbekannte Kraft* einen ſehr *bekannten Namen* führen wird.

Nachdem ich, (mir ſelbſt zur Warnung,) dieſe Gedanken, die wohl nicht ganz unwichtig ſind, hingeworfen habe, wende ich mich mit weniger Beſorgniſs, miſsverſtanden zu werden, zur Prüfung einiger angeblich weſentlichen Unterſchiede zwiſchen Electricität und Galvanismus.

Die *Flamme*, die *trockenen Knochen* und der *luftleere Raum* ſollen die galvaniſchen Wirkungen iſoliren, während ſie die electriſchen ſehr vollkommen leiten.

H. v. Humboldt, (B. 1, S. 433,) ſtützt ſich auf dieſen Umſtand, um die Identität der beiden Stoffe zu leugnen; und wären die Thatſachen, die er anführt, bewährt, ſo ſcheint mir ſeine Folgerung ganz richtig. Der Grund der Leitungsfähigkeit liegt in der That ſehr tief, und grenzt ſehr nahe an chemiſche Verwandtſchaften. *) Keine bloſs auſserwe-

*) Ein Beweis ſtatt aller: So lange die electriſche Materie den Leitern adhärirt, bleibt ihre chemiſche Beſchaffenheit ungeändert; in dem Augenblicke aber, wenn die Ziehkraft dieſer Subſtanzen aufhört auf ſie zu wirken, zerſetzt ſie ſich. Daſs die Leitungsfähigkeit auf chemiſchen Verwandt-

ſentliche Modification kann daher bewirken, daſs die nämliche Flüſſigkeit von einem und demſelben Körper bald angezogen, bald abgeſtoſsen, bald fortgeleitet, bald iſolirt werde. So mannigfaltig und verſchieden die Erſcheinungen der Electricität am erſten Leiter, an der Flaſche, beim Electrophor und im Blitze ſind, ſo finden wir doch, daſs die Leitungs- oder Iſolations-Verhältniſſe in allen dieſen Modificationen ungeändert bleiben. Ich geſtehe es daher, ſo feſt bei mir die Ueberzeugung der Identität des Galvanismus und der Electricität ſchon längſt geworden iſt, ſo unbedingt würde ich doch dieſe Meinung aufgeben, wenn es ausgemacht wäre, daſs es Subſtanzen giebt, welche die Wirkungen der einen Art völlig iſolirten, indeſs ſie die der andern Art fortleiteten. Ich wünſchte hier die vollwichtige Autorität des Herrn Ritter für mich zu haben, finde aber mit Verwunderung, daſs dieſer Gelehrte, nachdem er ſich früher ganz unbedingt für die Identität erklärt hat, letzthin die iſolirende Eigenſchaft

ſchaften beruhe, dagegen ſcheint indeſs auf der andern Seite der Einfluſs des Aggregations-Zuſtandes auf die Leitungsfähigkeit zu ſprechen; ein Einfluſs, worüber ſich einige Verſuche am Ende dieſes Aufſatzes finden. Bloſs chemiſch ſcheint hiernach der Grund des Iſolirens und des Leitens doch ſchwerlich zu ſeyn; es ſey denn, das Waſſer werde in jenen Verſuchen, indem es feſt wird, chemiſch verändert, welches man wenigſtens nicht durchgängig annimmt. *Erman.*

der Flamme im galvaniſchen Prozeſſe erwähnt, und ſie ſogar durch neue Verſuche zu beweiſen ſucht, (*Annalen*, IX, 335,) ohne die aus dieſem Umſtande entſtehende Schwierigkeit dem Leſer ſichtbar zu machen, geſchweige denn, daſs er ſie gehoben hätte. Dieſes war mir um ſo auffallender, da ich mich bereits lange vorher bemüht hatte, durch directe Verſuche dieſen Knoten zu löſen. Das Reſultat dieſer Unterſuchung iſt, *daſs die galvaniſche Wirkung nicht mehr und nicht weniger als die electriſche durch die Flamme, die Knochen und den luftleeren Raum geleitet wird.* Da dieſe Arbeit zugleich über den Mechanismus der Electriſation im ſogenannten galvaniſchen Prozeſſe einiges Licht mit verbreiten hilft, ſo ſey es mir erlaubt, Ihnen einiges darüber mitzutheilen.

Von der Flamme.

1. Verbindet man den einen Pol, (zum Beiſpiel den + Pol,) einer völlig iſolirten Säule von 100 Schichtungen, mit einem ſenſibeln Electrometer, ſo wird ſich eine geringe Divergenz einſtellen, die bald ihr Maximum erreichen, und von nun an unverändert bleiben wird. Berührt man darauf den Draht vom entgegengeſetzten Pole mit der Flamme eines gut iſolirten Lichts, ſo nimmt die Divergenz des Electrometers etwas zu. Wenn man aber das Licht, oder beſſer die Flamme ſelbſt, ableitend berührt, ſo nimmt augenblicklich das Electrometer

eine äuſserſt ſtarke Divergenz an, beinahe eben das Maximum, als hätte man den entgegengeſetzten Pol ſelbſt ableitend berührt.

Gerade das nämliche gilt vom — Pole.

2. Verbindet man beide Polardrähte mit ihren Electrometern, und berührt man mit der iſolirten Flamme einen dieſer Drähte, ſo verliert augenblicklich das dazu gehörige Electrometer einen Theil ſeiner Divergenz. Iſt das Licht, oder beſſer noch die Flamme, in leitender Verbindung mit dem Boden, ſo hört augenblicklich jede Spur von Divergenz auf.

3. Führt man die Polardrähte jeden für ſich in eine iſolirte Flamme, ſo nehmen beide Electrometer ihre natürliche Divergenz an. Berührt man aber die eine Flamme ableitend, ſo tritt augenblicklich das Maximum der Divergenz für dieſen Fall am entgegengeſetzten Electrometer ein, eben ſo, als hätte man den Pol ſelbſt unmittelbar berührt.

4. Ein Electrometer ragt mit ſeinem Zuleitungsdrahte in eine Flamme; in dieſe nämliche Flamme ragt der eine Polardraht der Säule. Berührt man nun den entgegengeſetzten Pol dieſer Säule, ſo fährt das Electrometer aus einander, beinahe eben ſo, als wenn es mit der Säule durch eine Waſſerſäule verbunden wäre. Berührt man die Flamme, ſo entladet man dadurch das Electrometer völlig.

Es erhellt hieraus zur Genüge, daſs die Flamme die Electricität der Säule ganz beſtimmt leitet, da man durch ihre Dazwiſchenkunft die Pole laden und

entladen, und dem Electrometer eine äuſserſt ſtarke Divergenz beibringen und auch nehmen kann.

Es finden ſich indeſs gewiſſe Eigenthümlichkeiten der Leitungsart der Flamme, die wichtig ſind, da der ganze Ladungsmechanismus der Säule auf der Leitungsart der feuchten Leiter beruht, den wir nur durch ſorgfältige Vergleichung mit der Leitungsart der andern Halbleiter der Electricität genau erkennen können.

5. *Die Flamme gehört nämlich unter die Halbleiter* und wirkt hier nicht ſo vollkommen als die Metalle.

Beweis. Verbindet man den einen Pol durch einen Draht mit dem Electrometer, und bringt an dieſem Drahte die uniſolirte Flamme an, ſo wird, wie wir ſahen, die natürliche Divergenz des Electrometers ganz aufgehoben. Bringt man dieſe Divergenz durch augenblicklich vorübergehende Berührung des entgegengeſetzten Pols auf ihr zweites Maximum, ſo wird auch dieſes durch die Einwirkung der Flamme ganz aufgehoben. Bleibt aber die Ableitung an dem entgegengeſetzten Pole continuirlich angebracht, ſo erleidet die Divergenz am + Pole nicht die mindeſte Verminderung; nur am — Pole ſcheint manchmahl eine ganz unbeträchtliche Verringerung der Divergenz Statt zu finden, viel öfter aber verhält ſich der — gerade wie der + Pol.

Wie ganz anders würde hier ein vollkommner Leiter wirken! Sobald ein ſolcher an dem mit dem Electrometer verbundenen Pole angebracht iſt, wird

jede Beibringung der Divergenz durch ableitende Berührung des entgegengesetzten Pols völlig unmöglich.

6. Wenn aber, wie wir gesehen haben, die Flamme als ein ziemlich guter Leiter für die Electricität der Säule wirkt, woher kommt es, dafs sie in einer andern Rückficht die Wirkungen des sogenannten galvanischen Prozesses hemmt? Denn es ist bekanntlich Thatsache, dafs die Flamme als Glied in der von Pol zu Pol zu schliefsenden Kette die *Wasserzersetzung* nicht gestattet, und die *Contractionen der Muskelfaser nicht gewährt.* Folgende Beobachtungen werden uns vielleicht einiger Mafsen von dieser Anomalie Rechenschaft geben, und nach anzustellenden Vergleichungen auf jeden Fall einige Winke über die bis jetzt so räthselhafte Art der Concurrenz der feuchten Leiter zur Action der Voltaischen Säule verschaffen.

Es erhellt nämlich aus folgenden Versuchen, dafs die Flamme, wenn die beiden Polardrähte sich in ihr verbinden, den electrischen Zustand beider Pole sehr *ungleich* modificirt, und zwar so, dafs nur ein einziger, (der — Pol,) seine Wirksamkeit behält, und folglich an keine entgegengesetzte Action, das heifst, an keine electrische Ladung, zu denken ist. Auch in diesem Falle also finden wir die electroskopischen Wahrnehmungen mit den Anomalien der sogenannten galvanischen Wirkungen vollkommen übereinstimmend.

7. Man führe beide Drähte der Säule in die nämliche Flamme, so hört alle natürliche Divergenz am + Pole auf, und der — bekömmt eine Divergenz, die das natürliche Maximum sehr überschreitet, und beinahe eben so stark ist, als hätte man den + Pol ableitend berührt. Dieses findet statt, die Flamme mag isolirt seyn oder nicht; nur stellt sich das Phänomen viel schneller, (ganz augenblicklich,) aber nicht ausgezeichneter ein, wenn die Flamme nicht isolirt ist. Hat der + Pol zufällig oder absichtlich durch vorherige Berührung des — Pols einige Divergenz erhalten, so benimmt sie ihm die gemeinschaftliche Lage in der isolirten Flamme sehr bald; und in einem Momente, wenn die Flamme in ableitender Berührung mit dem Boden ist.

Hieraus folgt, dass die Flamme ungleich mehr vom + *E* als vom — *E* zerstreuet, und an die umgebende Luft absetzt, und dass folglich keine Ladung möglich wird. Das nämliche in der Franklinischen und Voltaischen Sprache lautet: Die Flamme sammelt und zerstreuet *E*, (dass sie beides thue, ist bekannt genug;) daher ladet sie, an jedem Pole einzeln angebracht, den entgegengesetzten Pol. Sie zerstreuet aber viel besser und leichter, als sie sammelt; daher ladet sie blos den — Pol, wenn beide in einer gemeinschaftlichen Flamme wirken. *)

*) Hierauf gründet sich die Erscheinung der *Dendriten*, die Herr Ritter, (*Annalen*, IX, 338,) mit der ihm eignen Genauigkeit beschrieben hat,

8. Es giebt eine Möglichkeit, dieſes durch einen für die Chemie ſehr wichtigen Verſuch anſchaulich zu machen.

Beide Polardrähte ſeyen in die gemeinſchaftliche Flamme gebracht. Nun führe man in dieſe nämliche Flamme den zuleitenden Draht eines ſenſibeln Electrometers. Das Electrometer wird keine natürliche Divergenz erhalten, (was doch ſonderbar genug iſt.) Eben ſo wenig wird es divergiren,

und die mir nur zu bekannt waren, weil ſie ein ſchwer zu überwindendes Hinderniſs bei Anſtellung dieſer Verſuche darbieten. Der in der Mitte einer Kerzenflamme frei werdende Kohlenſtoff, der ſich bei mangelnder Berührung mit dem Sauerſtoffgas nicht in kohlenſaures Gas verwandeln kann, ſetzt ſich in concretem Zuſtande auf den in die Flamme geführten Batteriedrähten, wie auf jedem ihm dargebotnen Körper, in Geſtalt eines Ruſses ab. Da aber jeder Batteriedraht ſich in einem electriſirten Zuſtande befindet, ſo werden die Theilchen des Ruſses auf demſelben Drahte ſich wechſelſeitig abſtoſsen, weil jedes Theilchen eine gleichnahmige Electricität beſitzt. Da aber am + Drahte die Electricität *kräftiger ausgeſtoſsen* wird, ſo iſt auch auf dieſem Drahte die electrometriſche Repulſion der Kohlentheilchen kräftiger als auf dem negativen Drahte; daher die hier höher anwachſenden Dendriten.— Man bringe über einer kleinen Weingeiſtlampe eine Metallplatte an, auf dieſe lege man ein Stück *Kampher*, und ſetze den Apparat auf den electriſirten poſitiven Leiter einer Electriſirmaſchine. Es werden

wenn man den + Pol berührt. Bringt man aber die Ableitung an den — Pol, so erhält das Electrometer augenblicklich von der Flamme das Maximum der Divergenz, und diese Divergenz ist +.

Der negative Pol hält nämlich durch sein natürliches — E einen correspondirenden Theil des + E der Säule gebunden, so dass es von der Flamme nicht zerstreut werden konnte. Berührt man nun den — Pol, so zieht er + E aus dem Boden, sät-

sehr ansehnliche Vegetationen auf dem schmelzenden Kampher erscheinen; einige Zweige dieser Dendriten werden sogar losgerissen und weggeschleudert werden. Auf den negativen Leiter gebracht, zeigt der Kampher ähnliche Erscheinungen, nur ist alles viel kleiner und unbedeutender. Die Kohle und der Kampher geben uns also hier *Lichtenbergische Figuren*, nach den drei Ausmessungen des Raumes, da die gewöhnlichen nur zwei gewähren. Die Dendriten des einen Drahts werden ganz natürlich von denen des andern angezogen, und im Augenblicke ihrer wechselseitigen Berührung, die sich sehr bald einstellt, wenn beide Drähte in die nämliche Flamme geführt sind, hört nothwendig jede Möglichkeit einer electroskopischen Beobachtung auf. Man beugt diesem höchst verdrießlichen Hindernisse dadurch vor, dass man eine Weingeistflamme anwendet. Diese setzt keinen Kohlenstoff ab, und die Beobachtung geht einen ruhigen Gang. Doch weiss ich durch ganz bestimmte Wahrnehmungen, dass alle hier aufgestellten Gesetze ebenfalls bei Flammen von Wachs- und Talglichtern statt finden. *Erman.*

tigt sich damit, und so wird augenblicklich der vorher gebundne Theil von + *E* des positiven Pols frei und sensibel, und afficirt das Electrometer, welches mittelst der Flamme mit dem + Pole in Verbindung ist, beinahe eben so, als wenn eine continuirliche metallische Leitung statt fände.

Von den Knochen.

Humboldt behauptet, dafs selbst die trockensten Knochen, die 20 Jahr in einer osteologischen Sammlung gelegen hatten, die Electricität, sogar besser als Metall, leiten, die galvanische Wirkung aber ganz vollkommen isoliren. Dieses ist indefs eine grofse Uebertreibung der sehr schwach leitenden Kraft der Knochen. Ich habe die Thatsachen, auf die er sich stützt, mit möglichster Sorgfalt wiederhohlt, und sie nicht gegründet befunden.

1. Ein am Feuer möglichst ausgetrockneter Unterkiefer von einem vor mehrern Jahren gesprengten Menschenkopfe wurde an die innere und äufsere Belegung einer Leidener Flasche angelegt. Ich fand die Flasche nach mehrern Umdrehungen der Scheibe dessen ungeachtet sehr stark geladen. Ich liefs die Processus Coronoidäi lange an den Belegungen liegen, und fand nachher die Flasche noch äufserst merklich geladen. Ich lud die Flasche wie gewöhnlich, und suchte sie durch den Unterkiefer zu entladen, fand sie aber nachher noch sehr stark geladen.

Sehr oft nahm ich diesen Unterkiefer, wie er da lag, ohne ihn vorher durchs Feuer getrocknet

zu haben, und unter so günstigen Umständen leitete er doch eben so unvollkommen.

Ich isolirte lange äusserst trockene Schenkelknochen, brachte an dem einen Ende ein feines Electrometer an, und gab dem entgegengesetzten Ende etwas Electricität durch geriebnen Bernstein. Es ging allerdings etwas Electricität zum Electrometer über, aber wenig und langsam. Wie unvollkommen aber diese Zuleitung war, erhellt daraus, dafs ich den zuleitenden Knochen mit Metall berühren, ja mit der blofsen Hand abheben konnte, ohne die Divergenz des Electrometers sehr merklich zu verringern.

Ich legte einen Knochen auf ein Electrometer, und berührte diesen Knochen mit einer geladnen isolirten Scheibe; das Electrometer divergirte, aber nur schwach und langsam. Wurde der Knochen berührt, so entladete es sich nicht augenblicklich; im Gegentheile stellte sich die Divergenz beinahe eben so stark wieder ein, als die Berührung aufhörte, woraus mehr ein Spiel der Atmosphären, als eine wirkliche Leitung erwiesen wird. Auch konnte man das divergirende Electrometer mit einem Knochen, den man frei in der Hand hielt, berühren, ohne ihm die Divergenz zu benehmen.

Ich verband zwei Electrometer durch einen und den nämlichen Knochen. Berührte ich das eine Ende des Knochens mit der geladnen Scheibe, so ging das nächste Electrometer auseinander; dasjenige, welches mit dem abgewendeten Ende des Kno-

chens in Berührung war, divergirte aber gar nicht, oder äuſserſt ſchwach, ſo daſs ich das eine Electrometer ableitend berühren konnte, ohne das zweite zu entladen.

Hieraus folgt alſo, daſs die Knochen, nach wie vor, den höchſt unvollkommnen, oder beſſer, langſamen, Leitern der *E* zuzuſchreiben ſind. In der That beweiſt dieſes ſchon der Umſtand ſelbſt, den Humboldt anführt, um zu zeigen, daſs Knochen *noch beſſer als metalliſche Subſtanzen leiten.* Er ſagt nämlich: *Ich fühle ſtechendere Schläge, wenn ich auf dem Iſolatorio durch einen Knochen, als wenn ich mittelſt eines metallnen Leiters mit dem Conductor verbunden bin.*

2. Eben ſo verhalten ſich die Knochen in Rückſicht ihrer Fähigkeit, die Electricität der Säule zu leiten. — Man lege einen Unterkiefer auf ein Electrometer; auf dieſem Knochen ruhe der eine Polardraht der iſolirten Säule, und man berühre nun den entgegengeſetzten Pol ableitend. Das Electrometer wird eine ziemlich merkliche Divergenz bekommen, die ſich aber nur langſam einſtellen, und bei weitem nicht das Maximum erreichen wird, die eine metalliſche Zuleitung geben würde.

Eben das geſchieht, wenn ſtatt des Unterkiefers ein *Radius* oder irgend ein andrer langer Knochen die mittelbare Verbindung zwiſchen dem Polardrahte und dem Electrometer bewirkt.

Wie mangelhaft und langſam auch hier die leitende Eigenſchaft der Beinſubſtanz ſey, erhellt daraus,

daraus, dafs ein zweites Electrometer, welches mit dem Polar-Electrometer durch einen Knochen verbunden ist, keine Divergenz annimmt, wenn das erste durch die ableitende Berührung des entgegengesetzten Pols bereits merklich divergirt.

Auch hier sieht man, dafs die ableitende Berührung des Knochens bei weitem das Electrometer nicht so entladet, wie es seyn müfste, wenn die Knochen die vollkommnen Leiter wären, für die sie Herr von Humboldt fälschlich ausgiebt.

Bei so schlechter Leitungsfähigkeit der Knochen ist es nun wohl kein Wunder, dafs sie die Wasserzersetzung und die Muskular-Contraction nicht gestatten. Sehr feuchtes Holz, welches die Electricität in der Säule ziemlich gut fortleitet, giebt ebenfalls keine Spur von chemischer oder organischer Einwirkung, und wir finden darin nur die Bestätigung eines Satzes, welcher sich uns in der ganzen Praxis des Galvanismus alle Augenblicke aufdringt, dafs nämlich die electrische Wirkung der Säule die bestmögliche Leitung erfordert, um durch chemische und organische Veränderungen wahrnehmbar zu werden, während die electroskopischen Veränderungen bei weitem nicht diese innige Fortleitung erfordern. Hiervon soll gleich eine sehr neue und unerwartete Thatsache die Bestätigung gewähren.

Vom luftleeren Raume.

Die comparative Leitungsfähigkeit des luftleeren Raumes soll für die gewöhnliche Electricität voll-

kommen, und für die Electricität der Säule Null seyn. Es ist indefs auffallend, dafs man noch immer dem leeren Raume die Leitungsfähigkeit so allgemein und unbedingt zuschreibt, da doch eine mit gut getrocknetem Queckfilber angefüllte Röhre in ihrem Torricellischen leeren Raume die Electricität nur leuchtend durchftrömen läfst. Diefer, mit Lichterfcheinung begleitete Uebergang beweift doch fchon, dafs die electrifche Flüffigkeit fich nicht in der leitenden Continuität des luftleeren Raumes verbreitet; denn die chemifche Zerfetzung, wovon die leuchtende Erfcheinung abhängt, findet nur ftatt, wenn die electrifche Thätigkeit von einem Leiter zum andern im freien Zuftande überfpringt. Es war alfo zu vermuthen, dafs die Leitung des fogenannten luftleeren Raumes nur von der Gegenwart irgend einer in diefem Raume vertheilten Subftanz, und vermuthlich des Waffer dampfes, abhängt.

Morgan's fchätzbare Verfuche, (*Phil. Transactions for* 1785, p. 273,) haben gezeigt, dafs in fchlecht ausgekochten Barometerröhren die leitende Eigenfchaft des Torricellifchen Raumes fchon beträchtlich geringer ift, und dafs fie endlich ganz und gar aufhört, wenn die Röhre durch 3- oder 4ftündiges Auskochen des Queckfilbers ganz von feuchter Luft befreiet worden. Ein fchöner Verfuch, der etwas früher bei Herm. Walfch, in Gegenwart von Franklin, Smeaton, de Luc, Cavallo u. a. m., angeftellt wurde, hatte das nämliche bewiefen. Eine grofse zweifchenklig gebogne

Röhre von Barometercaliber, die so lang war, dafs jeder Schenkel 2 Fufs Länge über die Normalhöhe hatte, wurde sorgfältig mit Queckfilber angefüllt, die Mündung jedes Schenkels in ein Gefäfs mit Queckfilber gebracht, und die Röhre aufrecht geftellt, so dafs zwei Barometer daraus entftanden, wovon jedes über fich einen Torricellifchen Raum von mehrern Fufs Länge hatte. Durch diefen leeren Raum hingen die beiden Queckfilberfäulen zufammen. Ifolirte man nun beide Gefäfse, worin fich die Schenkel endigten, und theilte dem einen etwas Electricität mit, fo entftand eine leuchtende Erfcheinung im leeren Raume, in dem Augenblicke, als man das zweite Gefäfs berührte. Die electrifche Wirkung war folglich von einem Behälter zum andern durch die leitende Eigenfchaft des leeren Raumes herüber geführt worden; auch gab das andere ifolirte Gefäfs wirklich Funken bei der Berührung. Nun wurde aber der ganze grofse mit Queckfilber angefüllte Heber genau ausgekocht, (ein dreiftes Unternehmen,) und wie vorher aufgeftellt und behandelt. Es fand fich nun, dafs in diefem vollkommen von Luft und von Waffердampf gereinigten Raume nicht die mindefte leitende Kraft übrig war. Die dem einen Behälter mitgetheilte Electricität ging nicht im mindeften zum entgegengefetzten über. Mehrere Tage ftand die Vorrichtung, und wurde täglich von vielen der dafigen Gelehrten geprüft, und die ifolirende Eigenfchaft diefes vollkommen leeren Raumes hielt fich trefflich, bis zuletzt fich aus dem

Queckſilber nach und nach einige zurückgebliebene oder zurückgetretene feuchte Luft allmählig nach dem Bogen der Röhre gezogen hatte; und von nun an zeigte der Torricelliſche Raum eine allmählig zunehmende Leitungsfähigkeit.

Der eigentliche luftleere Raum leitet alſo die electriſchen Wirkungen nicht im mindeſten, und der unvollkommne ſcheint es nur in ſo fern zu thun, als er Waſſerdampf enthält, dem ſich die angehäufte Electricität frei mittheilen kann.

Da nun die *Electricität der Säule* ſo wenig Expanſibilität zu haben ſcheint, daſs man, (der innigen Leitung zufolge, welche die chemiſchen und organiſchen Wirkungen erfordern,) ſogar geneigt iſt, ihr jede Action durch die umgebende Luft rund abzuſprechen, ſo wäre es wohl kein Wunder, wenn die Säule keine electroſkopiſchen Wirkungen durch Fortleitung des feuchten luftverdünnten Raumes zeigte.

In der Theorie, die ich mir von der Wirkung der Säule zur Zeit gemacht habe, nehme ich aber eine ſehr thätige Correſpondenz der Säule mit der umgebenden Luft an. Von der Luft erhält ſie meines Erachtens die mangelnde Electricität; an dieſe ſetzt ſie die überſchüſſige ab. Ohne mich hier in dieſe weitläufige Materie weiter einzulaſſen, begnüge ich mich, die Thatſache, welche die weit ausgebreiteten electroſkopiſchen Wirkungen der Säule mittelſt der umgebenden Luft beweiſt, anzuführen.

Eine Säule von 300 Paaren, in ihrer beſten Wirkung, ſtehe vollkommen iſolirt. Auf einem andern Tiſche ſtehe ein abſolut iſolirtes, ſehr zartes Electrometer, 7 bis 8 Fuſs entfernt von der Säule. Berührt man nun den einen oder den andern Pol der Säule, ſo wird dieſes Electrometer jedes Mahl eine kleine augenblicklich vorübergehende zitternde Divergenz deutlich zeigen. Hat man dem Electrometer vorher abſichtlich einen geringen Grad von Divergenz gegeben, ſo nimmt dieſe um ein kleines ab oder zu, je nachdem man den einen oder den andern Pol der Säule durch ableitende Berührung entladet, eben ſo, nur im Kleinen, wie es beim Funkenziehn aus dem erſten Leiter der Fall iſt. Ohne dieſe Wahrnehmung hier weiter zu commentiren, um die wichtigen Folgerungen daraus zu ziehen, die darin liegen, will ich für jetzt nur die Anwendung davon auf die leitende Eigenſchaft des feuchten, luftverdünnten Raumes zeigen. Ich ſchloſs nämlich, daſs die electrometriſche Wirkung, die ſich ſchon unter dem Drucke der Atmoſphäre ſo verbreitete, ebenfalls, und ſogar merklicher, im feuchten luftverdünnten Raume ſtatt finden müſſe.

Eine Barometerröhre, die ſich oben in eine Kugel von 1 Zoll Durchmeſſer erweiterte, worein ein Platindraht hermetiſch hineinreichte, wurde mit Queckſilber angefüllt, ſo genau, wie ohne Auskochung möglich war, von Luft gereinigt, und in ein iſolirtes gläſernes Gefäſs umgekehrt, ſo daſs ein Torricelliſcher luftleerer Raum von 6 Zoll Höh-

re und die Kugel darin entſtand. Nun verband ich das Electrometer mit dem Queckſilber des Gefäſses, und den obern Platindraht, der in den luftleeren Raum hineinragte, mit einem Pole der Säule. Die ableitende Berührung des andern Pols gab augenblicklich ſehr ſtarke Divergenz. Um genau zu erfahren, ob die Zuleitung nicht durch die äuſsere Fläche der Röhre geſchehe, berührte ich dieſe ableitend; die Divergenz wurde etwas vermindert; es blieb aber eine ſehr beträchtliche übrig, die nur auf Rechnung der zuleitenden Eigenſchaft des innern Raumes der Röhre zu bringen war.

Eben ſo wurden ſchwache Grade der gewöhnlichen Electricität durch dieſe Röhre fortgeleitet, und es findet ſich in Beziehung auf die Leitungsfähigkeit des unvollkommnen luftleeren Raumes eine völlige Uebereinſtimmung zwiſchen Galvanismus und Electricität.

Nun wurde ein vollkommen luftleeres Barometer, dem erſten völlig gleich, nur daſs es ſehr ſorgfältig ausgekocht wurde, zum comparativen Verſuche angewendet.

Dieſes Barometer wurde vollkommen iſolirt an einen Träger aufgehängt, und ſein luftleerer Raum, wie beim vorigen, in die Continuität der Zuleitung von einem Pole her bis zum andern gezogen. Die ableitende Berührung des entgegengeſetzten Pols gab nun nicht die mindeſte Divergenz durch das Innere der Röhre; das Ausbleiben der Divergenz fand ſo gut beim — als beim + Pole ſtatt.

Und eben ſo verhielt ſich die gewöhnliche Electricität. Ich brachte das zarteſte Electrometer durch einen Platindraht mit dem Queckſilber des untern Schenkels des Barometers in Verbindung. Nun ertheilte ich dem obern Platindrahte eine nicht unbedeutende Menge Electricität; das Electrometer divergirte aber nicht im mindeſten.

Nur leiteten manchmahl bei feuchter Luft die äuſsere Fläche und das Brett des Barometers, und gaben ſo einige Divergenz: dieſes wurde aber ſehr leicht dadurch entdeckt und verhindert, daſs man dieſe äuſsern Theile berührte; alsdann fand auch nicht die mindeſte Divergenz, weder durch die gewöhnliche Electricität noch durch die der Säule, ſtatt.

Luftleerer Raum, trockne Knochen und Flamme verhalten ſich alſo in ihren Beziehungen zur Säule gerade ſo, wie ſie es gegen die auf jede andere Art erregte Electricität thun; und eben daſſelbe hat Pfaff, mit der ihm eignen Genauigkeit, vom *kalten* und *glühenden Glaſe* bereits bewieſen, (*Annal.*, VII, 250,) ſo daſs wir über dieſen Punkt im Reinen ſind.

* * *

Als *Nachtrag* zum vorigen Aufſatze mögen die Verſuche dienen, durch welche ich in einer der kälteſten Nächte des vergangnen Winters beſtimmt ausmittelte, daſs *das Waſſer dadurch, daſs es zu feſtem Eiſe wird, ſeine Leitungsfähigkeit für die Elec-*

ctricität der Säule eben so vollkommen verliert, als für jede andere Art der Electricität.

1. Ich brachte an jedem Pole einer thätigen isolirten Säule ein feines Electrometer an, füllte eine Röhre ganz mit Wasser, und steckte durch ihre Korkstöpsel zwei Platindrähte so, dass sie in $\frac{1}{4}$ Zoll Entfernung von einander blieben. Das Wasser liess ich strenge einfrieren, und löste allmählig die Stöpsel etwas, um das Sprengen der Röhre zu vermeiden. Als das Wasser durchaus fest geworden, brachte ich die aufserhalb völlig trockne Röhre als Leiter von einem Pole zum andern an. Die Electrometer behielten ihre völlige Divergenz an beiden Polen, und die Säule ertheilte nach wie vor Funken und Schläge von gleicher Intensität; kurz, die Pole waren ganz völlig isolirt, obgleich nur eine ganz dünne Schicht festen Wassers sich zwischen ihren Drähten befand.

Ich war sehr aufmerksam auf jede etwanige chemische Veränderung, die das Eis erleiden würde, bemerkte aber davon nicht die mindeste Spur. Auch trat das Zergehen an dem einen Pole nicht früher ein, als an dem andern; und als der Apparat in ein erwärmtes Zimmer gebracht wurde, konnte ich auch gar keinen Unterschied in dieser Rücksicht wahrnehmen. Die Gaserzeugung und das Zusammenfallen der Electrometer stellten sich nur ein, als flüssiges Wasser sich zwischen beiden Drähten bereits gebildet hatte. Oxydirbare Drähte, die ich an-

ſtatt der Platindrähte anwendete, zeigten auch keine chemiſche Veränderung, ſo lange ſie auch, mit feſtem Waſſer umgeben, der Wirkung der Säule ausgeſetzt blieben.

2. Ich füllte nur den einen Schenkel einer gebognen Röhre mit Waſſer, worein ein Draht durch einen Stöpſel hineinreichte. Dieſes Waſſer ließ ich ganz feſt einfrieren. Nachher füllte ich den andern Schenkel mit tropfbarem Waſſer, ſteckte den zweiten Draht darein, und brachte dieſe gebogne Röhre als Zuleiter zwiſchen die beiden Pole einer mit Electrometern verſehenen Säule. Die Electrometer behielten ihre völlige Divergenz, und es war keine Spur von Gaserzeugung oder von Oxydation wahrzunehmen.

3. Ich füllte endlich nur den unterſten Bogen der Röhre mit Eis an, und goſs in jeden Schenkel liquides Waſſer darüber. Als die Batteriedrähte in dieſes Waſſer geleitet wurden, nahm man ebenfalls die vollkommne Iſolation der Säule wahr, da die Electrometer der Pole keine verminderte Divergenz zeigten; auch war keine Spur von chemiſcher Wirkung vorhanden.

Gern hätte ich zum Ueberfluſſe Eisſcheiben zwiſchen die Plattenpaare gebracht, und noch intereſſanter ſchien es mir, eine Säule aus *einem Metalle, Eisſcheiben* und *Waſſer* zu conſtruiren. Die Einrichtung der kleinen Formen, worin ich das Waſſer zu dieſem Behufe anfrieren laſſen wollte, um genaue

Berührungspunkte zu erhalten, machte mir aber einige Schwierigkeiten, und ein paar Tage darauf war das Wetter so gelinde, dafs es unmöglich war, völlig trocknes Eis zu erhalten.

Erwiesen ist doch wenigstens, dafs das trockne Eis, welches so idio-electrisch ist, dafs Achard daraus den Cylinder einer Electrisirmaschine verfertigte, die gute Funken gab, sich eben so isolirend im sogenannten galvanischen Prozesse verhält.

II.

NACHRICHT von VERSUCHEN,

welche im Hamburger St. Michaelisthurme über den Fall der Körper zum Beweise der Achsenumdrehung der Erde, im Grosen angestellt werden,

vom

Dr. J. F. Benzenberg.

In einem Briefe an den Herausgeber.

Hamburg den 20sten April 1802.

Sie kennen den grosen Michaelisthurm in Hamburg. Der Baumeister Sonnin hat ihn so angelegt, als sey er eigends zu physikalischen Versuchen bestimmt, indem er die ganze Achse des Thurms frei gelassen hat, so dass in ihm Körper von einer Höhe von 340 pariser Schuh senkrecht herabfallen können. Diese Höhe übertrifft um volle 100 Fuss die, deren sich in Bologna Riccioli und neuerlich Guglielmini zu ihren Versuchen über den Fall der Körper bedient haben; und selbst in St. Paul zu London hatte Desaguliers nur eine Höhe von 255 par. Fuss, die also um 85 Fuss geringer war. Ich glaube, dass es in ganz Europa keine gröfsere zu Versuchen brauchbare Fallhöhe giebt, wie diese im Hamburger St. Michaelisthurm.

Ich habe hier verschiedene Versuche gemacht, die aber noch nicht die Genauigkeit haben, welche

sich ihnen geben läſst. Bleikugeln brauchen, um durch 328 Fuſs zu fallen, ungefähr 5″ 12‴ — Diese Zeitbestimmung ist mit einer Uhr gemacht, welche Herr David Perresch so gütig war mir zu leihen. Sie theilte die Sekunde in 5 Theile. Durch die Freundschaft des Professors Ebeling habe ich jetzt die Tertienuhr der Göttinger Sternwarte erhalten. Sie giebt einzelne Tertien an, und ist äuſserst solide von Klingworth gearbeitet. Es ist die nämliche, mit der in Göttingen die Schallversuche von dem Hrn. Hofrath Meyer und Hrn. Oberstlieutenant Müller sind gemacht worden. Ich werde mit ihr die Versuche mit aller mir möglichen Genauigkeit anstellen.

Bekanntlich hat neuerlich Guglielmini in Bologna Versuche über die *Achsenumdrehung der Erde* angestellt, die in Deutschland nicht sehr bekannt geworden sind. *) Diese gehören mit zu den de-

*) Hauptsächlich nur durch eine Anzeige La Lande's im *Magazin encyclopédique*, welche in Voigt's *Magazin*, B. 1, St. 3, S. 45, übersetzt ist. „Schon Newton hatte 1679 Fallversuche in sehr beträchtlichen Höhen empfohlen, um nachzusehen, ob nicht ein Körper, der in der Höhe vermöge der Achsenumdrehung der Erde eine gröfsere Geschwindigkeit erhält, als der senkrecht darunter liegende Punkt des Bodens, beim Falle von der Vertikallinie nach Osten zu etwas abweichen würde, und Hook glaubte dieses wirklich durch einige, doch zu grobe Versuche gefunden zu haben, (Birch *Hist. of the R. Soc. of*

likateſten Verſuchen, welche es in dieſem Theile der Phyſik giebt; aber ſie beweiſen auch, wenn ſie gelingen, die Umdrehung der Erde eben ſo direct, wie die Abirrung des Lichts die Bewegung der Erde in ihrer Bahn beweiſt. Guglielmini's Verſuche ſind äuſserſt genau, aber es wurde ihnen in einigem widerſprochen, ſogar von La Place und La Lande. Durch die Güte des geheimen Juſtiz-

Lond., p. 512, 516.) Ein junger Bologneſer Gelehrter, Guglielmini, hatte 1789 zu Rom berechnet, die Abweichung eines Körpers, der von der St. Peters- oder der Paulskirche hinabfiele, müſſe über $\frac{1}{4}$ Zoll von der Vertikallinie betragen. Neugierig, die Erfahrung mit dieſem Reſultate ſeiner Rechnung zu vergleichen, lieſs er 1790 und 1791 in dem Aſinellithurm zu Bologna Körper von einer ſehr beträchtlichen Höhe herabfallen, und beſtimmte ihre Abweichung während des Falles vermittelſt eines angebrachten Bleiloths. In ſeinem Werke, welches er darüber 1791 bekannt machte, giebt er die Reſultate dieſer ſehr ſchwierigen, doch vollkommen gelungnen Verſuche, ſammt allen nöthigen Berechnungen, und widerlegt zugleich die Einwürfe, die ihm Bonati und andre gemacht hatten. Die Phyſiker ſind ihm Dank ſchuldig, die Achſenumdrehung der Erde durch den Newtonſchen Beweis, den man zuvor noch nicht zu Stande gebracht hatte, obgleich mehrmahls davon die Rede war, auſser Zweifel geſetzt zu haben. Flauguergues hatte 1795 zu Viviers ähnliche Verſuche unternommen, es fehlten ihm aber die nöthigen Mittel, um ſie gehörig auszuführen." *d. H.*

raths Heyne habe ich das Exemplar von Guglielmini's Schrift: *De diurno terrae motu, experimentis physico-mathematicis confirmato, Bonon.* 1792, 8. 90 S., mit Kupf., erhalten, welches auf der Göttinger Bibliothek ist, und in diesem gefunden, dass der Fehler nur in einem Nebenumstande liegt; nämlich in der genauen Bestimmung der Retardation, welche die Kugeln während des Falles in der Luft erleiden, welches Guglielmini, da er keine Tertienuhr hatte, mit seinem blossen Schätzen der kleinen Zeittheile nicht bestimmen konnte. Die Bleikugeln fallen nämlich, wenn man sie von einer grossen Höhe fallen lässt, nicht senkrecht, sondern, wegen der Bewegung der Erde, nach Osten. Wegen des Widerstandes der Luft haben sie zugleich eine Abweichung nach Süden, da die Kugel in die Ebene eines grössten Kreises fällt, indess die Luftschichten, durch die sie fällt, sich in kleinern Kreisen bewegen. Diese Abweichung nach Süden ist dasjenige, was bei Guglielmini fehlerhaft ist; die Abweichung nach Osten stimmt mit der Theorie bis auf $\frac{1}{10}$ Linie. *)

Ich werde diese Versuche hier wiederhohlen, und zugleich den Widerstand der Luft mit aller

*) Nach La Lande's Notiz fielen die Körper durch eine Höhe von 241 par. Fuss in $4\frac{1}{3}$ Sekunde, und trafen 8,375 par. Linien östlich, und 5,272 par. Linien südlich, überhaupt 9,896 par. Linien vom Lothe auf. Nach Guglielmini's Theorie hätte die östliche Abweichung 7,581, und

Genauigkeit zu bestimmen suchen, und für Guglielmini's Versuche eine Fallhöhe hier in St. Michael abmessen, die der in Bologna gleich ist.

Guglielmini's Schrift ist sehr selten. Auf Seeberg ist ein Exemplar und in Göttingen. Ich habe seit 6 Monaten durch Hrn. Buchhändler Perthes eins in Italien bestellt, aber noch nicht erhalten. Gehler scheint sie auch nicht gekannt zu haben.

Die herunterfallenden Kugeln haben eine fürchterliche Geschwindigkeit. Wenn sie nicht rund sind, so heulen sie in der Luft wie Kanonenkugeln. Die untergelegten Bretter spalten sie jedesmahl nach der ganzen Länge. Sie haben 2 Zoll im Durchmesser und wiegen $1\frac{1}{2}$ Pfund.

Die Methode, welche Galiläi in Pisa anwandte, um die Höhe der Kirchen durch die Schwingungszeiten der Lampen zu bestimmen, habe ich auch hier in St. Michael gebraucht, und Pendel von 339 Fuss Länge schwingen lassen. Ich glaube nicht, dass je längere geschwungen haben. Jede Schwingung betrug 10 Sekunden 23 Tertien. Nimmt man die Länge des Hamburger Sekundenpendels zu 440,62 pariser Linien an, so würde dieses die Pendellänge zu 327 Fuss geben, also 12 Fuss kleiner wie die Messung. Der Ursachen

die südliche 6,163 par. Lin. betragen sollen; giebt Unterschiede von nicht mehr als 0,794 und 0,891 par. Linien. — Nach La Place's Theorie sollte, meint La Lande, die Abweichung beträchtlich anders seyn. *d. H.*

dieſer Abweichung von der Meſſung können mehrere ſeyn. In den Beobachtungen der Schwingungszeiten liegen ſie nicht, denn dieſe ſind bis auf 1 Tertie genau. Die Bleikugel von 2 Zoll im Durchmeſſer hing an einem Silberdrahte von No. 13, deſſen Dicke 0,013 pariſer Zoll war.

Es giebt ein eigenes Gefühl, dieſen Theil der Phyſik zu bearbeiten. Er iſt der erſte, der durch die Anſtrengungen einiger ſeltenen Menſchen aus der Finſterniſs hervortrat, nachdem Aberglaube und Unwiſſenheit Jahrhunderte lang die Erde bedeckt hatten. Er iſt der, welcher der Phyſik unſrer Tage die Bahn öffnete und das Anſehen der Ariſtoteliſchen Philoſophie ſtürzte. Hier iſt die Grenzſcheidung zwiſchen Licht und Finſterniſs, und auf der Grenze ſteht der Nahme Galiläi.

III.

VERSUCH

zu Beſtimmung des Geſetzes, nach welchem die Verminderung des Raums in den Auflöſungen und den Miſchungen flüſſiger Körper erfolgt,

vom

Ober-Gradirmeiſter SCHLÖNBACH,
auf dem Gradirwerke Elmen bei Schönebeck.

1. Da man durch die Bemühungen mehrerer Phyſiker aus Verſuchen abgeleitete Tabellen für die Dichtigkeiten verſchiedner Auflöſungen und Miſchungen flüſſiger Körper beſitzt, ſo ſind zwar die Anforderungen der Praktik hinreichend befriedigt, indeſſen vermiſst der Naturkundige noch immer die genaue Kenntniſs des Geſetzes, durch welches die Aenderungen der Dichtigkeiten nach den verſchiednen Miſchungsverhältniſſen beſtimmt werden.

2. Wenn ich im Folgenden die Reſultate meiner desfalſigen Bemühungen zur nähern Prüfung vorlege, ſo geſchieht dieſes nur aus der Ueberzeugung, daſs dem Phyſiker die geringſte Erweiterung der Kenntniſs natürlicher Erſcheinungen ſelbſt alsdann intereſſant iſt, wenn ſich auch nicht gleich überſehen läſst, in wie fern davon für die Anwendung einiger Nutzen zu erwarten ſey.

3. Mein Berufsgeschäft führte mich zuerst auf Betrachtungen über die Aenderungen der Dichtigkeiten der *Salzsolutionen* von verschiednem Gehalte, und ich sah bald ein, dafs die Hypothese, wornach sich, bei Vermischung des Kochsalzes mit Wasser, ein Theil des Salzes in die Zwischenräume des Wassers begeben sollte, ohne den Raum der Solution zu vergröfsern, der Natur nicht entspreche, weil sich aus der Anwendung derselben auf alle bisherige Versuche gar kein bestimmtes Verhältnifs zwischen der angeblich in den Zwischenräumen des Wassers enthaltnen Salzmenge und den übrigen Gröfsen findet.

4. Nehme ich im Gegentheile an, das Wasser ziehe sich, indem es mit dem Kochsalze vermischt wird, um einen gewissen, von seiner Menge und der Salzigkeit der Solution abhängenden Theil zusammen, so wird die Vergleichung des aus dieser Voraussetzung erfolgenden Gesetzes mit genauen Versuchen zeigen, dafs die Natur es wirklich befolgt.

5. *Salzigkeit einer Solution* nenne ich das Verhältnifs des in derselben enthaltnen Salzgewichts zum Gewichte der Solution; und da das im Kochsalze enthaltne Krystallenwasser sich in der Solution eben so wie anderes Wasser verhalten mufs, so mufs hierbei blofs auf gänzlich wasserfreies oder decrepitirtes Kochsalz Rücksicht genommen werden.

6. Sey nun in allgemeinen Ausdrücken
das Gewicht der Solution $= G$

deren Salzigkeit $= n$
das darin enthaltne wafferfreie Kochf. $= S = nG$
das darin enthaltne Waffer $= W = (1 - n)\ G$
das fpecififche Gewicht des Waffers $= 1$
das fpecififche Gewicht des Kochfalzes $= \pi$
der Raum, den die Solution G einnimmt, $= R$
die Gröfse der Zufammenziehung des Waffers $= Z$
fo ift nach meiner Vorausfetzung, (4_n)

$$Z = anW$$

wo a eine aus einem Verfuche zu beftimmende beftändige Gröfse bedeutet. Es ift alfo der Raum, den das in der Solution enthaltne Waffer einnimmt, $= W - Z = W - anW = (1 - an)\ W$, und der Raum, den das Salz nach feinem fpecififchen Gewichte einnimmt, $= \frac{S}{\pi}$. Die Summe beider Räume giebt den Raum der Solution

$$R = (1 - an)\ W + \frac{S}{\pi}$$

7. Wird nun durch Verfuche das fpecififche Gewicht des wafferfreien Kochfalzes $= \pi$ beftimmt, und hat man durch einen andern Verfuch gefunden, dafs eine aus der Waffermenge $= W$ und der Salzmenge $= S$ beftehende Solution von der Salzigkeit n den Raum R einnehme; fo findet fich durch Umkehrung der obigen Formel hieraus die beftändige Gröfse

$$a = \frac{W + \frac{S}{\pi} - R}{nW}$$

8. Nach des Hrn. Wild, in deſſen Beiträgen zur Salzkunde aus der Schweiz mitgetheilten, Verſuchen, iſt das ſpecifiſche Gewicht des geſchmolznen oder gänzlich waſſerfreien Kochſalzes $= \pi = 1{,}95$.

Ferner fand Herr Wild, daſs eine Solution von 24 pro Cent, welche aus 355,47 Gran waſſerfreien Kochſalzes und 1125,65 Gran Waſſer beſtand, einen eben ſo groſsen Raum einnahm, als 1253,88 Gran Waſſer. — Es iſt daher nach dieſen Verſuchen $n = 0{,}24$, $S = 355{,}47$, $W = 1125{,}65$, $R = 1253{,}88$, $\pi = 1{,}95$.

Setzt man nun dieſe Werthe in der vorigen Formel, ſo findet ſich

$$a = \frac{1125{,}65 + \frac{355{,}47}{1{,}95} - 1253{,}88}{0{,}24 \,.\, 1125{,}65} = 0{,}2$$

9. Wird alſo für a der gefundne Werth in der Formel, (6,) ſubſtituirt, ſo iſt

$$R = (1 - 0{,}2 \,.\, n)\, W + \frac{S}{1{,}95},$$

und wenn hierin nach Obigem, (6,) $W = (1 - n)\, G$ und $S = nG$ geſetzt wird, ſo iſt

$$R = \left((1 - 0{,}2\,n)\,(1 - n) + \frac{n}{1{,}95}\right) G \quad \odot$$

und alſo auch

$$G = \frac{R}{(1 - 0{,}2\,n)\,(1 - n) + \frac{n}{1{,}95}} \quad \mathbb{C}$$

10. Sind nun alle meine obigen Sätze richtig, ſo müſſen die Reſultate der nach den beiden For-

meln ☉ und ☾ geführten Rechnung den Verſuchen entſprechen. Daſs dieſes wirklich der Fall ſey, zeigt ſich aus nachfolgender Vergleichungstabelle des Calculs mit den Verſuchen des Herrn Wild, welcher bei der Temperatur von 66° Fahrenheit Solutionen von verſchiedner Salzigkeit miſchte, und deren Gewicht bei einem Raume von 1253,88 Gran bemerkte.

n.	G beobachtet.	G berechnet.	Unterſchied.	R berechnet.	Unterſchied.
0,02	1270,25	1271,25	+ 1,00	1252,89	— 0,99
0,04	1288,75	1288,95	+ 0,20	1253,74	— 0,14
0,06	1306,75	1306,82	+ 0,07	1253,81	— 0,07
0,08	1324,75	1325,03	+ 0,28	1253,62	— 0,26
0,10	1343,25	1343,52	+ 0,27	1253,63	— 0,25
0,12	1362,25	1362,29	+ 0,04	1253,84	— 0,04
0,14	1382,00	1381,36	— 0,64	1254,46	+ 0,58
0,16	1400,50	1400,72	+ 0,22	1253,69	— 0,19
0,18	1420,00	1420,36	+ 0,36	1253,56	— 0,32
0,20	1439,75	1440,31	+ 0,56	1253,36	— 0,52
0,22	1460,25	1460,55	+ 0,30	1253,62	— 0,26
0,24	1481,12	1481,08	— 0,04	1253,89	+ 0,01
0,26	1502,15	1501,92	— 0,32	1253,94	+ 0,06

11. Dieſe Uebereinſtimmung der Rechnung mit den Verſuchen, welche noch genauer ausgefallen ſeyn würde, wenn ich das ſpecifiſche Gewicht des Salzes um eine geringfügige Kleinigkeit abgeändert hätte, zeigt, daſs kein Theil des Salzes ſich in die Zwiſchenräume des Waſſers legt, ſondern daſs alles Salz im Waſſer einen eben ſo groſsen Raum einnimmt, als auſser demſelben, daſs aber dagegen das Salz dem Waſſer die Eigenſchaft mittheilt, ſich in einen geringern Raum zuſammenzuziehen, und daſs

endlich diese Verminderung des natürlichen Wasserraums sich durch den einfachen Ausdruck:

$$Z = 0{,}2\, n\, W$$

darstellen und berechnen läßt.

12. Setzt man nun das specifische Gewicht einer Solution von der Salzigkeit $n = p$, so ist

$$\frac{G}{R} = p = \frac{1}{(1 - an)\,(1 - n) + \frac{n}{\pi}}$$

oder auch $p = \dfrac{1}{1 + \left(\frac{1}{\pi} - (1 + a)\right) n + an^2}$ ⇕

also $p = \dfrac{1}{1 - 0{,}68718\, n + 0{,}2\, n^2}$

13. Ist das Salz mit φ pro Cent Kryſtallenwasser versehen, und wird die Salzigkeit nach dem Verhältnisse des mit dem Kryſtallenwasser versehnen Salzes gerechnet und $= x$ gesetzt, so hat man die Proportion

$$100 - \varphi : 100 = n : x$$

also $n = \dfrac{(100 - \varphi)\, x}{100}$

daher

$$p = \frac{1}{1 + \left(\frac{1}{\pi} - (1 + a)\right)\left(\frac{100 - \varphi}{100}\right) x + \left(\frac{100 - \varphi}{100}\right)^2 ax^2}$$

oder

$$p = \frac{1}{1 - 0{,}68718 \cdot \left(\frac{100 - \varphi}{100}\right) x + 0{,}2 \left(\frac{100 - \varphi}{100}\right)^2 x^2}$$

nach welcher und der obigen Formel (⇕) sich leicht

Tabellen entwerfen laſſen, welche für jede Salzigkeit die ſpecifiſchen Gewichte angeben.

14. Als ich vor mehrern Jahren die obige Formel für die Raumsverminderung des Waſſers durch zugemiſchtes Kochſalz aufgefunden hatte, fiel mir ſogleich ein, ob nicht nach dieſem einfachen Geſetze ſich auch mehrere wäſſerige, und vornehmlich die *Miſchungen des Waſſers mit Weingeiſt* verhalten könnten. Damahls waren mir aber noch nicht die Verſuche des Hrn. Lowitz bekannt, welcher das ſpecifiſche Gewicht des Alkohols im reinſten Zuſtande beträchtlich geringer gefunden hat, als es ſonſt angegeben wurde. Da ich alſo in der Grundformel:

$$R = (1 - an)\,(1 - n) + \frac{n}{\pi}$$

(worin in dieſem Falle n das Verhältniſs des reinen Weingeiſtes zum Gemiſche, π das ſpecifiſche Gewicht des reinſten Weingeiſtes bedeutet,) das ſpecifiſche Gewicht π zu groſs annahm, ſo konnte ich keine Uebereinſtimmung der Verſuche mit meinem Calcul finden, und gab alſo den Gedanken auf, daſs ich einen auf mehrere Miſchungen anwendbaren Grundſatz aufgefunden habe.

Zwar hätte ich, in der Vorausſetzung, daſs der damahls für höchſt rectificirt ausgegebne Alkohol nicht ganz waſſerfrei geweſen ſey, die Formel

$$R = 1 + \left(\frac{1}{\pi} - (1 + a)\right)\frac{100 - \varphi}{100}\,x + a \cdot \left(\frac{100 - \varphi}{100}\right)^2 x^2$$

verſuchen können; aber dazu würde ich dreier mit

der äuſserſten Genauigkeit angeſtellter Verſuche bedurft haben, um die drei unbekannten Gröſsen π, φ und a zu beſtimmen.

Erſt nachdem mir kürzlich ein Freund die Lowitzſchen Verſuche mitgetheilt hat, bin ich zu der Ueberzeugung gelangt, daſs das Geſetz für die Zuſammenziehung des Waſſers auch bei den Miſchungen mit Weingeiſt zum Grunde liege.

15. Die mir mitgetheilte Tabelle der ſpecifiſchen Gewichte des Weingeiſtes und Waſſers geht nur auf tauſendtheilige Brüche, und dieſe reichen nicht hin, die beſtändige Gröſse a mit genugſamer Genauigkeit zu beſtimmen. Ich muſste alſo mehrere Angaben der ſpecifiſchen Gewichte mit einander vergleichen, um diejenige Genauigkeit zu erhalten, welche hier nöthig iſt.

Bezeichnet man in der Formel $\mathfrak{H}$, (12,) den zuſammengeſetzten Coefficienten des 2ten Gliedes im Nenner: $\left(\frac{1}{\pi} - (1+a)\right)$ mit β, ſo iſt

$$p = \frac{1}{1 + \beta n + a n^2}$$

und ich finde darnach für die 20 Werthe der ſpecifiſchen Gewichte, welche den Antheilen des Alkohols nach der Progreſſion 1,00, 0,95, 0,80 u. ſ. w. zugehören, die beiden Gleichungen

$$1{,}94452 = 10\beta + 5{,}5a,$$

und $$1{,}86885 = 10\beta + 5{,}0a;$$

woraus man

$$\alpha = 0{,}15134 \text{ und } \beta = 0{,}111215$$

erhält.

16. Es ist aber nach meiner Voraussetzung

$$\beta = \frac{1}{\pi} - (1+\alpha) = 0{,}111215$$

oder

$$\frac{1}{\pi} = 0{,}111215 + 1{,}15134 = 1{,}262555,$$

und daraus folgt

$$\pi = 0{,}792045$$

wornach es scheint, dafs das specifische Gewicht des alkoholisirten Alkohols vom Herrn Lowitz um $\frac{1}{1005}$ zu geringe angegeben worden, welches noch mehr dadurch bewährt wird, dafs keine einzige eben so grofse Abweichung sich in der folgenden Vergleichungstabelle findet, die nach der Formel

$$p = \frac{1}{1 + 0{,}111215\, n + 0{,}15134\, n^2}$$

oder

$$p = \frac{1}{(1 - 0{,}15134.n)(1-n) + \frac{n}{0{,}792045}}$$

berechnet ist.

n.	p nach dem Verſuche.	p nach der Rechnung.	Unterſchied.
1,00	0,791	0,7920	+ 0,0010
0,95	0,805	0,8050	0,0000
0,90	0,818	0,8179	+ 0,0001
0,85	0,831	0,8306	— 0,0004
0,80	0,844	0,8442	+ 0,0002
0,75	0,856	0,8558	— 0,0002
0,70	0,868	0,8681	+ 0,0001
0,65	0,880	0,8801	+ 0,0001
0,60	0,892	0,8919	— 0,0001
0,55	0,903	0,9034	+ 0,0004
0,50	0,914	0,9145	+ 0,0005
0,45	0,925	0,9253	+ 0,0003
0,40	0,936	0,9357	— 0,0003
0,35	0,946	0,9457	— 0,0003
0,30	0,956	0,9560	0,0000
0,25	0,965	0,9643	— 0,0007
0,20	0,973	0,9725	— 0,0005
0,15	0,980	0,9803	+ 0,0003
0,10	0,987	0,9875	+ 0,0005
0,05	0,994	0,9941	+ 0,0001

17. Darf ich alſo annehmen, daſs Herr Lowitz das ſpecifiſche Gewicht des höchſt reinen Alkohols um 0,001045 zu geringe angegeben, ſo iſt gewiſs, daſs bei Vermiſchung des Weingeiſtes mit Waſſer letzteres eine Zuſammenziehung leidet, die im Verhältniſſe des Weingeiſtes zum Gemiſche und der Waſſermenge ſteht, und durch den Ausdruck:

$$Z = 0{,}15134 \,.\, nW$$

berechnet wird.

Bei Auflöſungen in Waſſer von verhältniſsmäſsig gleichen Antheilen decrepitirten Kochſalzes und reinen Weingeiſtes, iſt folglich die Zuſammenziehung, welche das erſte bewirkt, um beinahe $\frac{1}{3}$tel gröſser, als die durch den Weingeiſt bewirkte Verdichtung des Waſſers.

Ich glaube zu der Erwartung berechtigt zu seyn, dafs dieses, wie bei den Kochsalz-Solutionen und den Weingeistmischungen, so auch, *mutatis mutandis*, bei andern Auflösungen und Vermischungen statt finde; und dann könnte vielleicht die obige Formel zu einigen Aufklärungen führen, über welche ich mir vorbehalte, bei mehrerer Muse einiges zu sagen.

18. Sollte man von den nach obigen Formeln bis in die 7te Decimalstelle berechneten Tabellen für die Salzsolutionen und Weingeistmischungen einigen Gebrauch machen können; so werde ich mir ein Vergnügen daraus machen, sie mitzutheilen, da ich sie so weit berechnet habe, um den Hrn. Mechanicus Renard in Berlin in den Stand zu setzen, den Soolwagen und Alkoholometern diejenige Genauigkeit zu geben, welche seiner aufserordentlichen Geschicklichkeit und der Genauigkeit seiner Theilmaschine entspricht.

IV.

VERSUCHE über *das vorgebliche gasförmige Kohlenſtoffoxyd oder kohligſaure Gas*, von *der Geſellſchaft Amſterdammer Chemiker.* *)

Prieſtley bemerkte, daſs bei der Reduction der Metalloxyde durch Kohle ſich ein Gemiſch von kohlenſaurem Gas und von brennbarer Luft bildet; das Entſtehen der letztern, glaubte er, ſey nach der antiphlogiſtiſchen Chemie unerklärlich. **) — Es ſchien zwar am natürlichſten zu ſeyn, dieſe brennbare Luft der Zerſetzung des Waſſers zuzuſchreiben, das ſich der Kohle nie ganz entziehn läſst; doch hielt Cruickſhank ſich durch Verſuche berechtigt, ſie für eine neue, von dem bekannten Kohlen-Waſſerſtoffgas weſentlich verſchiedne Gasart auszugeben, und zwar für kohlenſaures Gas, dem ein Antheil an Sauerſtoff entzogen worden, und

*) Dr. Deiman, Paets van Trooſtwyk, Lauwerenburgh und Vrolik; zuſammengezogen aus Herrn van Mons ſchätzbarem *Journal de Chimie et de Phyſ.*, No. 5, p. 187 — 208. *d. H.*

**) Man vergleiche *Annalen*, IX, 85 f., und die Erweiterung dieſer Verſuche durch Woodhouſe, eben daſ., S. 90 f. *d. H.*

das eben dadurch inflammabel geworden ſey, und nannte ſie darnach *gasförmiges Kohlenſtoffoxyd.**) Die Verſuche, welche um dieſelbe Zeit mehrere franzöſiſche Chemiker über dieſe Gasart anſtellten, ſchienen dieſe Meinung zu beſtätigen, ſo daſs man ſeitdem mit Guyton und Desormes ziemlich allgemein annahm, dieſe neue Gasart ſey kohlenſaures mit Kohlenſtoff überſättigtes Gas, oder *kohligſaures Gas.* **) Weitere Unterſuchungen hierüber ſchienen uns von Wichtigkeit für die Wiſſenſchaft zu ſeyn.

Zuerſt kam es uns darauf an, Cruickſhank's und Desormes Hauptverſuche zu prüfen.

Cruickſhank erhielt, wie Prieſtley, aus *kohlenſaurem Baryt* und *Eiſenoxyd*, (Hammerſchlag,) die er einzeln wohl durchglüht und dann vermiſcht hatte, in hoher Hitze kohlenſaures Gas, etwas Stickgas, und zugleich ein brennbares Gas, von welchem er meint, es rühre unſtreitig daher, daſs das ſich entwickelnde kohlenſaure Gas in dieſen hohen Graden von Hitze durch das Eiſenoxyd zerſetzt worden ſey. (*Annal.*, IX, 108.) Weil es indeſs doch zweifelhaft ſcheine, daſs ein Metalloxyd, ſelbſt in hoher Hitze, das

*) *Annalen*, IX, 103 f. *d. H.*

**) *Annalen*, IX, 99 und 409. Nur Berthollet widerſprach, und erklärte es für eine dreifache Verbindung von Sauerſtoff, Waſſerſtoff und Kohlenſtoff, die ihre Brennbarkeit lediglich dem Waſſerſtoffe zuzuſchreiben habe. (*Annal. d. Ph.*, IX, 264, a.) *d. H.*

kohlenſaure Gas theilweiſe zu desoxydiren vermöge, ſo wiederhohlte er den Verſuch mit *Eiſenfeile* und recht trockner *Kreide*, die ein ganz ähnliches Gasgemiſch in noch viel gröſserer Menge gaben. — Daſs Cruickſhank hieraus urtheilt, in dieſen Verſuchen ſey ein Theil des kohlenſauren Gas etwas desoxygenirt, und dadurch eine neue Gasart gebildet worden, überraſchte uns. Wir vermutheten vielmehr, daſs ſich hierbei eine Waſſerzerſetzung mit einmiſche, und daſs dieſe das brennbare Gas hergebe. Denn ſo ſehr Cruickſhank auch bemüht war, ſeine Materialien einzeln möglichſt auszutrocknen, ſo wuſsten wir doch aus Erfahrung, wie höchſt ſchwer, ja wie unmöglich es iſt, hierbei alle Feuchtigkeit vollkommen zu verbannen.

Da aus unſern frühern Verſuchen bekannt iſt, daſs Kupfer das Waſſer nicht zu zerſetzen vermag, ſo brachten wir eine Miſchung *Kupferfeile* und *Kreide*, die zuvor, wie in Cruickſhank's Verſuche, 10 Minuten lang in ſchwacher Rothglühehitze getrocknet worden war, in eine kupferne, an einem Ende zugeſchmolzne Röhre in die Glühehitze. Das Gas, welches hierbei überging, wurde gänzlich von Kalkwaſſer und kauſtiſchem Ammoniak condenſirt; war alſo kohlenſaures Gas, ohne irgend eine andere Beimiſchung. — Dies iſt ein Beweis, daſs Cruickſhank ſich in ſeinen Folgerungen geirrt hat. Denn wir ſehn nicht ein, warum, wenn wirklich das Eiſen das kohlenſaure Gas in hoher Hitze zerſetzte, nicht auch das Kupfer daſſelbe bewirken müſste.

Der Hauptverſuch Desormes und Clement's zeigt, daſs, wenn kohlenſaures Gas mehrmahls über glühendes Kohlenpulver, (das zuvor ſo lange durchglüht worden war, als es noch Gas hergab,) getrieben wird, es nicht bloſs an Volumen zunimmt, ſondern ſich auch gröſstentheils in ein brennbares Gas verwandelt. (*Annalen*, IX, 418.) Sie glauben, dieſes Gas ſey einer Ueberſättigung des kohlenſauren Gas mit Kohlenſtoff in hoher Temperatur zuzuſchreiben. Wäre dieſe Erklärung richtig, ſo müſste es unmöglich ſeyn, daſs ſich eine ähnliche Gasart bilden könne, wenn man *Stickgas*, (ſtatt des kohlenſauren Gas,) über glühendes Kohlenpulver treibt.

Wir wiederhohlten dieſen Verſuch erſt mit *kohlenſaurem Gas*, dann mit *Stickgas*, welches wir zwanzigmahl über glühende Kohlen in einer eiſernen Röhre wegſtreichen lieſsen. *) Beidemahl erhielten wir daſſelbe Product. Das angewandte Gas veränderte ſich nicht im mindeſten, nur kam zu demſel-

*) Wir wundern uns, daſs Desormes nichts von den Schwierigkeiten dieſes Verſuchs, und von den Vorſichtsregeln, die er nöthig macht, erwähnt. Man laſſe das Gas noch ſo langſam aus der einen Blaſe zur andern ſteigen, immer treibt es etwas von der glühenden Kohle mit fort; und ſetzt man dieſen Kohlentheilchen kein Hinderniſs in den Weg, ſo verſetzen ſie ſich an nicht glühende Stellen der Röhre, oder kommen ſelbſt bis in die Blaſen.

ben ein neues Gas hinzu, welches dieselben Charaktere von Inflammabilität besäfs, die Desormes und Clement von ihrem Gas angeben. Dieses brennbare Gas ist als solches leicht zu erkennen, wenn man zu dem Versuche kohlensaures Gas genommen hat, da dieses sich durch Kalkwasser oder Ammoniak vom brennbaren Gas absondern läfst. Das Stickgas läfst sich auf keine solche Art davon trennen, und darf daher nur in geringer Menge angewandt werden, weil es sonst das brennbare Gas allzusehr umhüllt, und am Verbrennen hindert. — Um uns vor aller Täuschung zu sichern, wiederhohlten wir diesen Versuch mit beiden Gasarten, indem wir uns statt des eisernen Rohrs einer Glasröhre bedienten. Der Erfolg war genau derselbe.

Offenbar hat also *das kohlensaure Gas keinen Antheil an der Bildung des sogenannten kohligsauren Gas* Guyton's und Désormes. Denn wäre dieses der Fall, so hätte es nicht in den Versuchen mit Stickgas erzeugt werden können.

Auf welche Art bildet sich nun aber dieses Gas, und *von was für einer Natur ist es?*

Da wir aus unsern eignen Versuchen die grosse Verschiedenheit kannten, welche im *Kohlen-Wasserstoffgas*, nach der Verschiedenheit der Stoffe herrscht, aus denen es erhalten wird, kamen wir sogleich auf die Vermuthung, dafs Cruikshank und Desormes durch die scheinbare Verschieden-

denheit zwiſchen ihrem Gas und dem Kohlen-Waſſerſtoffgas irre geführt ſeyn möchten; eine Vermuthung, in der wir noch mehr beſtärkt wurden, als wir ihre Verſuche mit einander verglichen. Wir wurden dadurch zu folgenden, mit aller möglichen Genauigkeit ausgeführten Verſuchen veranlaſst.

Wir glühten, ihrer Vorſchrift gemäſs, Kohlenpulver und ſchwarzes Eiſenoxyd, beide einzeln, miſchten ſie, brachten ſie in einer dazu eingerichteten Geräthſchaft in Glühehitze, und unterſuchten nun das übergehende Gas von Zeit zu Zeit. Es war ein Gemiſch von kohlenſaurem und von brennbarem Gas, nach verſchiednen Verhältniſſen; anfangs enthielt es mehr kohlenſaures, gegen Ende der Operation mehr brennbares Gas. *) — Nachdem wir darauf das kohlenſaure Gas durch Ammoniak abgeſchieden, und ſo das brennbare Gas allein erhalten hatten, vermiſchten wir es mit $\frac{2}{3}$, (*avec une troiſième partie*,) Sauerſtoffgas, und entzündeten es durch einen electriſchen Funken in einer ſehr trocknen Glaskugel. Während der Inflammation zeigte ſich *Waſſerdampf*, von dem die innern Wände der Glaskugel wie mit einem Thaue überzogen wurden. Beim Oeffnen der Kugel unter Waſſer, drang dieſes ſchnell hinein, und füllte die Hälfte der Kugel. Im Gasrückſtande verlöſchte ein Wachslicht,

*) Vergleiche *Annalen*, IX, 93 f., 106, 108, 412 f. *d. H.*

und wurde Kalkwaſſer getrübt. Ammoniak condenſirte $\frac{2}{3}$ deſſelben. Das übrig bleibende Drittel war brennbare Luft, die aus Mangel an hinreichendem Sauerſtoffe nicht mit verbrannt war, und ſich, wenn ſie aufs neue, wie vorhin, mit Sauerſtoffgas gemiſcht wurde, wieder auf dieſelbe Art verhielt.

Nach dieſem Verſuche würde ſchwerlich jemand Bedenken tragen, das Gas für gewöhnliches Kohlen-Waſſerſtoffgas zu erklären, hätten nicht die erwähnten Chemiker dieſem Gas einige ganz eigenthümliche Eigenſchaften zugeſchrieben. Die vorzüglichſte derſelben ſollte ſeyn, daſs es beim Detoniren mit Sauerſtoffgas *kein* Waſſer erzeuge, welches doch bei Kohlen-Waſſerſtoffgas ſtets der Fall iſt. Ohne ihren Verſuchen Genauigkeit abſprechen zu wollen, müſſen wir doch verſichern, daſs das ganz nach ihren Vorſchriften aus Kohle und Eiſenoxyd erhaltne brennbare Gas beim Entzünden mit Sauerſtoffgas uns ſo viel Waſſer gegeben hat, daſs nicht der mindeſte Zweifel möglich bleibt, ob ſich hierbei auch wirklich Waſſer bildet. *)

*) Vergl. *Annalen*, IX, 109, 412, 413, 414, 416. Herr Rathsapotheker Bucholz in Erfurt, den ſeine Unterſuchungen, wie Kohle die Entbindung des kohlenſauren Gas aus dem *kohlenſauren Baryt* in der Glühehitze befördert, ſchon, (lange, ehe er die Arbeiten der engliſchen und franzöſiſchen Chemiker über das ſogenannte kohligſaure Gas aus Band IX der *Annalen* kennen lernte,) auf die Sonderbarkeit geführt hatten, daſs ſich hierbei eine

Um indefs hierüber die vollefte Gewifsheit zu erlangen, wurde noch folgender Verfuch angeftellt, der für die Gegenwart oder Abwefenheit des Waffertoffs in unferm brennbaren Gas entfcheidend feyn mufste. Wir liefsen in einer Glasröhre *Schwefel* fchmelzen, und trieben dann über ihn, mit Hülfe unfers Gazometers, diefes brennbare Gas fort, nachdem es von kohlenfaurem Gas völlig gereinigt worden war. Da der Schwefel eine gröfsere Verwandtfchaft zum Waffertoffgas hat, als die Kohle;

eigne brennbare Gasart bildet, (von Crell's *chem. Annalen*, J. 1801, B. 2, S. 369 f.,) erhielt gleichfalls *Waffer*, als er 16 Kubikzoll diefes brennbaren Gas unter Zutritt der atmofphärifchen Luft in einer Glasglocke verbrannte; und zwar mehr, wenn das Gas zuvor *nicht* mit Barytwaffer gewafchen war, als wenn er es damit durchfchüttelt hatte. (Verf. 13, 14.) Er fchlofs daraus, dafs diefe Gasart Waffertoff in zwei Zuftänden enthalte; den meiften in einem folchen, dafs fie, mit Baryt in Berührung gefetzt, Blaufäure bildet, weil fich beim Schütteln mit Barytwaffer diefes etwas trübte, ohne dafs fich das Gas dabei verminderte, und der abgefchiedne Baryt nicht, wie kohlenfaurer Baryt, niederfank, fondern in einer fchaumichten Krufte obenauf fchwamm, die, nach dem Aufbraufen und dem Geruche, als Salpeterfäure darauf gegoffen wurde, zu urtheilen, blaufaurer Baryt feyn mufste, wie er denn auch, mit falzfaurem Eifen vermifcht, als Salpeterfäure hinzugetröpfelt wurde, blaufaures Eifen gab.

d. H.

ſo muſste, war unſer Gas wirklich Kohlen-Waſſerſtoffgas, der Schwefel daraus den Kohlenſtoff niederſchlagen und es in Schwefel-Waſſerſtoffgas verwandeln. — Der Erfolg entſprach unſrer Erwartung vollkommen. Das Gas wurde zu Schwefel-Waſſerſtoffgas, und der Schwefel in der Röhre nahm eine ſchwarze Farbe, durch Vermiſchung mit dem Kohlenſtoffe an.

Offenbar iſt alſo das brennbare Gas ein Kohlen-Waſſerſtoffgas. Nur unterſcheidet es ſich von den andern Arten Kohlen-Waſſerſtoffgas dadurch, *daſs es eine nur ſehr geringe Menge von Kohlenſtoff enthält.* *)

*) Hätte es doch den trefflichen Chemikern, denen wir dieſe wichtigen Unterſuchungen verdanken, gefallen, um volle Evidenz zu bewirken, auch die Verſuche Désormes, (*Ann.*, IX, 427 und 429,) zu wiederhohlen und zu beurtheilen, die, wie es ſcheint, mit dieſen Reſultaten nicht zu vereinigen ſind, und zugleich den Punkt zu berühren, ob die Gasarten, die wir für Kohlen-Waſſerſtoffgas halten, nicht vielleicht auch einen Antheil an Sauerſtoff enthalten. Nach den erwähnten Verſuchen Désormes ſollen nämlich gleiche Theile von *Waſſerſtoffgas* und von dieſem *brennbaren* Gas, die zuvor getrocknet waren, beim Durchgehn durch eine glühende Glasröhre Kohlenſtoff abgeſetzt, das Glas wie mit einem ſchwarzen Email überzogen, und dabei Waſſer und reines Waſſerſtoffgas gebildet haben. Mit flieſsendem *Schwefel* hat nach ihnen das brennbare Gas keine

Um dieſen Unterſchied noch beſſer darzuthun, entwickelten wir Kohlen-Waſſerſtoffgas aus thieriſchen Theilen, miſchten es mit einem gleich geringen Antheile Sauerſtoffgas, wie vorhin unſer brennbares Gas, und ſuchten es durch Electricität zu entzünden. Aber umſonſt. Dies glückte uns nicht eher, als nachdem wir ſehr viel mehr Sauerſtoffgas hinzugefügt hatten. — Daſſelbe war mit andern Arten Kohlen-Waſſerſtoffgas der Fall, beſonders auch mit dem durch Einwirkung der Schwefelſäure auf Alkohol gebildeten *öhlerzeugenden* Gas, *) welches uns dabei auf eine ſehr ſonderbare Erſcheinung führte.

Als wir 2 Theile *öhlerzeugendes Gas* mit 1 Theile Sauerſtoffgas gemiſcht hatten, und electriſche Funken durchſchlagen ließen, erfolgte keine ſichtbare Wirkung. Wir vermehrten daher das Sauerſtoffgas bis auf 1½ Theile. Nun erfolgte bei der erſten Entladung die Inflammation des Gas; und zwar wurde ſie von einem Phänomen begleitet, über das alle Phyſiker erſtaunen werden. Im Augenblicke der Entzündung ſchlug ſich nämlich an den Wänden der

Verwandtſchaft, und wenn es mit *Schwefel-Waſſerſtoffgas* durch eine glühende Röhre geht, ſoll ſich Schwefel niederſchlagen! *d. H.*

*) Vergl. Verſuche der Geſellſchaft Amſterd. Phyſiker über drei verſchiedne Arten von Kohlen-Waſſerſtoffgas, welche ſich aus Alkohol und Aether entwickeln laſſen, in den *Annalen*, II, 201 bis 215. *d. H.*

Glaskugel eine so grofse Menge Kohlenstoff nieder, dafs das Glas vollkommen schwarz und gänzlich undurchsichtig wurde; und als wir die Kugel unter Wasser öffneten, in der Meinung, das Wasser werde hineinsteigen, entwich vielmehr eine Menge Gas mit vieler Gewalt aus der Kugel.*) Das übrige Gas, welches in der Kugel blieb, trübte das Kalkwasser nicht, und Ammoniak verschluckte davon nicht das mindeste. Dagegen entzündete es sich an der Flamme eines Wachslichtes, als wäre es Kohlen-Wasserstoffgas aus Kohlen entwickelt, und überhaupt kam es mit diesem in allen Charaktern überein. Mit $\frac{1}{2}$ Sauerstoffgas vermischt, und durch eine electrische Entladung detonirt, verbrannte es vollkommen, welches sich dadurch auswies, dafs der Rückstand vom Ammoniak gänzlich verschluckt wurde. Wir brachten es mit oxygenirt-salzsaurem Gas in Berührung; allein es hatte seine Eigenschaft, Oehl zu erzeugen, nicht mehr. (*Annalen*, II, 203.)

So bald sich dem öhlerzeugenden Gas Gelegenheit darbietet, das Uebermaafs von Kohlenstoff abzusetzen, dem es seine charakteristischen Eigenschaften verdankt, verwandelt es sich in gewöhnliches Kohlen-Wasserstoffgas. In diesem Falle hatten wir die dazu nöthige Menge von Sauerstoffgas zufällig getroffen. Nicht grofs genug, um allen Wasserstoff des brennbaren Gas zu verbrennen, reichte sie nur

*) Man vergl. *Annalen*, IX, 113. *d. H.*

hin, einen Theil deſſelben in Waſſer zu verwandeln. Durch dieſes Entziehn gerade dieſes Theils von Waſſerſtoff wird eine gänzliche Veränderung im Miſchungsverhältniſſe des Gas bewirkt, und dadurch der Niederſchlag von Kohlenſtoff. Nun prädominirt im Gas der Waſſerſtoff, daher es an ſpecifiſcher Elaſticität zunimmt, und ſich in einen gröſsern Raum wie zuvor ausdehnt. *)

*) Ein dieſem völlig analoges Phänomen zeigte mir *Schwefel-Waſſerſtoffgas*, das aus Schwefelkali durch Einwirkung von Säuren entbunden war. Als ich es mit etwa $\frac{2}{3}$ Sauerſtoffgas vermiſcht in einem offnen Glascylinder abbrannte, erfolgte eine heftige Detonation, und der ganze Cylinder bezog ſich innerlich mit dem feinſten Schwefel, der ſtellenweiſe ſo dick auflag, daſs das Glas undurchſichtig wurde. Ob auch hierbei ſich ein Gas von gröſserm Volumen bilde, würden Verſuche in einem geſperrten Raume leicht zeigen. Wäre dieſes der Fall, ſo gäbe es wahrſcheinlich eben ſo verſchiedne Arten von Schwefel-Waſſerſtoffgas, als von Kohlen-Waſſerſtoffgas, und, ſo wie bei dieſen, ſo hätte auch bei jenen nur Eine der Arten die Eigenſchaft, beim Detoniren mit wenig Sauerſtoffgas, den dem Waſſerſtoffe beigemiſchten Grundſtoff gröſstentheils unverbrannt und ungeändert niederzuſchlagen, während der noch übrige Antheil von Waſſerſtoff und Schwefel auch hier zu einer andern Art Schwefel-Waſſerſtoffgas von gröſserer ſpecifiſcher Elaſticität zuſammen träten.

d. H.

Um die Expanſion des öhligen Kohlen-Waſſerſtoffgas, (*Annalen*, II, 205,) bei dieſer Veränderung ſeines Miſchungsverhältniſſes genau zu beſtimmen, wiederhohlten wir den Verſuch. Der Erfolg war völlig derſelbe. Der ſich abſetzende Kohlenſtoff machte die Wände der Glaskugel gänzlich undurchſichtig, und ungeachtet des Verluſtes an Waſſerſtoffgas, der ſich dabei zu Waſſer condenſirte, hatte das Gas doch ſo an Umfang gewonnen, daſs es ſich nahe bis zum Doppelten ſeines vorigen Raums ausdehnte. In dieſem neuen Zuſtande reagirte es gleichfalls nicht im mindeſten auf das Kalkwaſſer, wurde durch das Ammoniak nicht condenſirt, und brannte ganz nach Art des Kohlen-Waſſerſtoffgas, welches man aus der Kohle erhält, verminderte ſich, mit Sauerſtoffgas detonirt, bis auf $\frac{1}{3}$ ſeines Inhalts, u. ſ. f., kurz, alles wie zuvor.

Das aus Eiſenoxyd und Kohle erhaltne brennbare Gas, (oder das vermeintliche *kohligſaure Gas*,) bedarf, um vollſtändig zu verbrennen, nur einer geringen Menge Sauerſtoffgas; das Kohlen-Waſſerſtoffgas aus thieriſchen Theilen bedarf dazu ſchon eines gröſsern Antheils an Sauerſtoffgas, und noch mehr das aus Alkohol durch Schwefelſäure entwickelte öhlige Kohlen-Waſſerſtoffgas, welches nur mit dem Doppelten ſeines Volumens an Sauerſtoffgas vollſtändig verbrennt.

Durch alles dieſes glauben wir uns berechtigt, folgende Behauptungen aufzuſtellen:

1. Cruickshank, Guyton und Désormes haben sich durch eine scheinbare Verschiedenheit ihres Gas vom Kohlen-Wasserstoffgas irre führen lassen, und sie haben Unrecht, es für ein neues Gas von eigenthümlicher Natur auszugeben.

2. Es ist sowohl durch Synthese als Analyse genügend bewiesen, dass das *vorgebliche gasförmige Kohlenstoffoxyd* oder *kohligsaure Gas aus Wasserstoff und Kohlenstoff* besteht, nur dass diese *in einem andern Verhältnisse*, als in den gewöhnlichen Arten des Kohlen-Wasserstoffgas enthalten sind, daher man es *als eine besondere Art von Kohlen-Wasserstoffgas* anzusehn hat.

3. Wo sich dieses Gas auch bildet, immer geht dabei eine Wasserzersetzung vor. Dass es sich bei der Reduction der Metalle durch Kohle erzeugt, ist daher nichts weniger, als ein Einwurf gegen das neuere System der Chemie, wofür Priestley und andere dieses nahmen, sondern entspricht vielmehr völlig den Grundsätzen dieses Systems. *)

*) Folgende vorläufige Nachricht von Berthollet's *Untersuchungen über diese streitige Gasart*, die zum Theil aus der *Notice des trav. de la Classe des Sc. math. et phys. pend. le dern. trim. de l'an 9*, p. 18 f., entlehnt ist, wird hier nicht am unrechten Orte stehn.

Berthollet, der das brennbare Gas, welches sich bei der Reduction des Zinkoxyds und einiger anderer Metalloxyde durch Kohle bildet, gleich anfangs dem grossen Gehalte der Holz-

kohle an Wasserstoff zuschrieb, hat, um diese Meinung zu beweisen, über die Natur der Kohle und ihre chemischen Produkte eine schätzbare Untersuchung unternommen, in der er die frühern Arbeiten der französischen Chemiker über die Kohle einer nochmahligen Revision unterwirft. Er zeigt, dass Lavoisier's Zerlegung des kohlensauren Gas nicht ganz genau ist, weil dieser grosse Scheidekünstler, als er sie anstellte, das specifische Gewicht des Sauerstoffgas noch nicht genau genug kannte, auch nicht auf das Wasser Rücksicht nahm, das dem kohlensauren Gas stets beigemischt ist, und das einen nicht unbeträchtlichen Theil des Volumens dieses Gas einnimmt, wie das die beim Präsidenten Saron angestellten, und von Monge beschriebnen Versuche über die Ausdehnung des kohlensauren Gas durch Electrisiren beweisen.

Den Versuchen Lavoisier's und Monge's entspricht, nach Berthollet, am besten folgende Annahme über die *Bestandtheile des kohlensauren Gas;* 100 Kubikzoll kohlensaures Gas, welche 68,985 Grains wiegen, enthalten 84 Kubikzoll Sauerstoffgas, oder dem Gewichte nach 43 Grains *Sauerstoff*, ferner 16 Grains *Kohlenstoff*, und 9 bis 10 Grains *Wasser;* [d. h., 100 Grains kohlensaures Gas, 62,3 Grains Sauerstoff, 23,14 Grains Kohlenstoff, 14,56 Grains Wasser.] Von den 72 Grains Sauerstoff, welche, nach Lavoisier, in 100 Gr. kohlensaurem Gas enthalten sind, stehn daher nur 62 mit dem Kohlenstoffe der Kohle in chemischer Verbindung; die 10 übrigen bilden mit 2 Grains Wasserstoff Wasser, wodurch denn auch die 23 Grains Kohlenstoff, welche Lavoisier angiebt, auf 16, und wegen ei-

niger nöthigen Correctionen noch tiefer herabkommen.

Nach Berthollet enthält die gewöhnliche *Holzkohle* viel Waſſerſtoff und etwas Sauerſtoff. Durch Erhitzung oder ſogenannte Calcinirung verliert ſie ihren Sauerſtoff, und zugleich einen gewiſſen Antheil Waſſer- und Kohlenſtoff, die mit jenem in eine dreifache Verbindung treten, welche eine Art brennbares Gas bilden, das man bisher für Kohlen-Waſſerſtoffgas hielt. Nach der Calcination iſt ſie nur noch eine Verbindung von Kohlenſtoff mit Waſſerſtoff, deſſen Verwandtſchaft zum Kohlenſtoffe ſo groſs iſt, daſs bloſse Erhitzung ihn nicht abſcheiden kann, ſondern daſs dazu noch die Beihülfe von Sauerſtoff erfordert wird. Im pneumatiſchen Deſtillir-Apparate geglüht, giebt die Kohle daher nur ſo lange Kohlen-Waſſerſtoffgas, als noch ihr Oxygen nicht ganz erſchöpft iſt. Etwas Oxygen iſt ſchlechterdings nöthig, um jenes Gas zu erzeugen, welches B. eben deshalb für eine dreifache Verbindung von Kohlenſtoff, Waſſerſtoff und Sauerſtoff erklärt.

Von dieſer calcinirten Kohle unterſcheidet ſich nach ihm der *Diamant* lediglich darin, daſs er keinen Waſſerſtoff enthält, und nicht, (wie Guyton meinte,) dadurch, daſs die calcinirte Kohle Sauerſtoff zu ihrem Beſtandtheile habe. Zu dieſer Behauptung ſey Guyton dadurch verleitet worden, daſs er, (*Annalen*, II, 395,) die durch das Verbrennen von 200 Millimètres Diamant erhaltne Menge von kohlenſaurem Gas viel zu hoch anſchlägt. Er fällte einen Theil der erzeugten Kohlenſäure durch Barytwaſſer, und rechnete, nach Pelletier, in 100 Theilen kohlenſaurem Baryt 22 Theile Kohlenſäure, ſtatt daſs Fourcroy nach

sorgfältigen Versuchen darin nur 10 Theile fand; überdies hatte er den kohlensauren Baryt nicht stark genug getrocknet. Da er auch nicht auf den Wassergehalt des kohlensauren Gas Rücksicht nimmt, so sey noch das Gewicht des Wassers, womit das Gas gesättigt war, abzuziehen, und durch alles dieses komme das Gewicht des erhaltnen kohlensauren Gas von 1118 Milligrammen, die Guyton angiebt, auf 747 Milligr. wasserfreies oder 866 Milligr. mit Wasser gesättigtes kohlensaures Gas herab. Und so bestehe daher der einzige Unterschied zwischen Diamant und Kohle darin, dass, weil letztere etwas Wasserstoff enthält, von ihr etwas mehr als vom Diamanten verbrennen muss, wenn durch beide gleiche Quantitäten kohlensaures Gas erzeugt werden sollen.

Berthollet bringt dieser Theorie gemäss die brennbaren Gasarten, die man bisher für Kohlen-Wasserstoffgas hielt, unter zwei Klassen. Zur ersten gehören die wahren Arten des *Kohlen-Wasserstoffgas*, welche *zwiefache Verbindungen* von Wasserstoff und Kohlenstoff sind, und zwar: das ölerzeugende Gas, die Gasarten aus Alkohol und Oehl, und wahrscheinlich auch das Gas, welches man bei Zersetzung des Wassers durch glühende Kohlen erhält. Die zweite Klasse bestehe aus *dreifachen Verbindungen*, in denen ausser jenen beiden Stoffen auch noch Sauerstoff enthalten ist, und die er deshalb *Gas hydrogène oxycarboné*, (Sauer-Kohlen-Wasserstoffgas?) nennt. Er rechnet dazu das Gas, das sich beim Erhitzen der Kohle bildet; das durch Verpuffen des ölerzeugenden Gas mit wenig Sauerstoffgas entsteht; das aus dem Zucker erhalten wird; und das sich beim Erhitzen der Metalloxyde mit Kohle, oder das

kohlenſauren Baryts oder Kali mit Kohle entbindet. (Hierher gehört alſo, nach ihm, auch das vermeintliche gasförmige Kohlenſtoffoxyd, das eine leere Hypotheſe ſey.) Dieſe dreifachen Verbindungen entſtehn hiernach entweder durch Verbindung des Kohlen-Waſſerſtoffgas mit etwas Sauerſtoff; oder indem man Sauerſtoff in hoher Temperatur mit Kohle in Berührung bringt, wie bei der Reduction des Zinkoxyds; oder indem man kohlenſaures Gas mit dem Waſſerſtoffe der Kohle in Berührung bringt, wie in Thenard's Verſuche, (S. 189.) Die Methode, wie Berthollet ausmacht, ob ein brennbares Gas Sauerſtoff enthält oder nicht, iſt, daſs er es verbrennt, und nachſieht, ob der dabei verzehrte Sauerſtoff hinreichte, die erhaltnen Produkte des Verbrennens zu erzeugen. Wo das nicht der Fall iſt, muſste das verbrannte Gas nothwendig ſchon einen Antheil Sauerſtoff enthalten.

Das *brennbare Gas*, welches ſich bei der Reduction des Zinkoxyds durch Kohle bildet, hält Berthollet für eine dreifache Verbindung aus 2 Th. Waſſerſtoff, 7 Theilen Kohlenſtoff und 32 Theilen Sauerſtoff; [eine Angabe, die ſich indeſs in Berthollet's Aufſatz nirgends findet.] „Die Annahme dieſes Gehalts an Sauerſtoff iſt eine Abweichung von ſeiner frühern Meinung und eine Annäherung zur Meinung Guyton's. Auch Cruickſhank erhielt in allen ſeinen Verſuchen Waſſer, einen einzigen ausgenommen, wo ſich nicht mehr bilden konnte, als das zugleich gebildete kohlenſaure Gas verſchluckte. Seine Reſultate ſtimmen daher ganz mit den ſpätern Berthollet's überein.“ *d. H.*

V.

Ueber die wahre Natur der Kohle und des Diamanten,

vom

Professor Parrot
in Dörpat.

Aus einem Briefe an den Herausgeber.

Riga im Aug. 1801.

— — Ich komme nun zu einigen Bemerkungen über Guyton's *letzten Verſuch mit dem Diamanten*, (*Annalen*, IV, 405,) die Ihnen vielleicht nicht ganz unwichtig ſcheinen werden. Guyton ſtellte ſchon in ſeiner frühern Abhandlung über die Verbrennung des Diamanten den Satz auf, daſs der *Diamant* reiner Kohlenſtoff, die *Kohle* aber Kohlenſtoffoxyd ſey. Ehe mir dieſer Satz von Guyton bekannt war, hatte ich ſchon Kohlenſtoffoxyde und Waſſerſtoffoxyde ſtatuirt, wie aus meinem Aufſatze erhellt, der freilich erſt ſpäter, unter der Ueberſchrift: *Theorie der brennbaren vegetabiliſchen Subſtanzen und ihrer Entzündung, auf die Kenntniſs von den chemiſchen Zuſtänden des Waſſers gebaut*, in Herrn Hofr. Voigt's in Jena Magazin, (Band 3, S. 439—506,) abgedruckt iſt. Aber die Anwendung, die ich von dieſer neuen Idee mache, iſt von dem Guytonſchen Satze ſehr verſchieden.

Ehe ich meine Meinung auseinanderſetze, muſs ich den Werth einiger Wörter herſetzen, welche zu der Nomenclatur-Aenderung, welche Herr Grindel und ich vorgeſchlagen haben, gehören: *Azote*, *Stickſtoff*, Baſis der Luftſäure; (ein Theil von Lavoiſier's *Carbone.*) — *Phlogogen* oder *Flammſtoff*, der andere Beſtandtheil der Kohle; (Lavoiſier's *Hydrogen.*) — *Oxykollaſtes* oder *Oxykrate*, die Baſis der Salpeterſäure und der atmoſphäriſchen Luft; (Lavoiſier's *Azote*, der deutſche *Stickſtoff.*) *)

Meiner Vorſtellung nach iſt die Kohle aus reinem Azote, reinem Phlogogen und etwas Erde zuſammengeſetzt; der Diamant aber iſt aus Azote-Oxyd und Phlogogen oder aus Phlogogen-Oxyd und Azote zuſammengeſetzt. Welches von beiden, kann aus den bisherigen Datis nicht beſtimmt werden.

*) Sollte es wohl zu hoffen ſeyn, daſs die Freunde des Lavoiſierſchen Syſtems einer ſolchen Namenvertauſchung beiſtimmen würden, wäre es auch völlig ausgemacht, daſs die Lavoiſierſchen Namen auf einer minder richtigen, und die Namen: *Phlogogen* ſtatt Hydrogen, und *Oxykrate* ſtatt Azote auf einer tiefer eindringenden Anſicht der Sache beruheten? und unſern bisherigen Kohlenſtoff *Stickſtoff* zu nennen, und mit *Azote* Lavoiſier's Carbone zu bezeichnen, dürfte uns das nicht zu einer Art von Sprachverwirrung führen, die vielleicht in keiner Wiſſenſchaft von ſo nachtheiligen Folgen als gerade in der Chemie ſeyn würde? *d. H.*

Der Analogie gemäfs scheint das Letztere etwas wahrscheinlicher. So viel ist gewifs, dafs der Diamant Phlogogen und Sauerstoff enthält, und dafs er sich demnach an die Reihe der gewöhnlichen brennbaren Substanzen aus dem vegetabilischen Reiche anschliefst. *) Meine Gründe sind folgende:

a. Das Phänomen, dafs der Diamant mehr Oxygen bei seiner Entzündung verzehrt, als die Kohle, und gröfsere Hitzegrade als sie erfordert, habe ich in der erwähnten Abhandlung vollkommen erklärt, ohne anzunehmen, dafs die Kohle ein Oxyd sey. Die gröfsere Hitze beruht lediglich auf der gröfsern Festigkeit. Der Diamant ist von dem elastischen Zustande weiter entfernt als die Kohle. Die gröfsere Sauerstoffmenge erklärte sich durch einen wichtigen Berechnungsfehler Lavoisier's in seinem Versuche über die Kohle. **) Es fallen also diese zwei Gründe Guyton's weg.

b. Der Satz, dafs die ersten Grade der Oxydation die schwächsten sind, ist durch nichts erwiesen, und

*) Diese Ansicht scheint mir ein wichtiger Schritt zur Kenntnifs der Entstehung des Diamanten zu seyn. *P.*

**) Was Herr Parrot gegen Lavoisier's Berechnungsmethode, aus dessen Berechnung der Gährung einwendet, mufs ich dem Leser überlassen, in dem scharfsinnigen Aufsatze voll neuer Ansichten in Voigt's *Magazin*, B. 3, S. 463 f, nachzusehn. *d. H.*

und ſtreitet wider die Analogie, indem ſonſt alle Verwandtſchafts-Aeuſserungen um ſo leichter und ſchneller vor ſich gehn, je geringer der ſchon vorhandne Sättigungsgrad iſt. Das Beiſpiel von den Oxykollaſtes-Oxyden habe ich in eben der Abhandlung widerlegt.

c. Es iſt ein Erfahrungsſatz, daſs die Gegenwart des Sauerſtoffs die Verflüchtigung aller oxydirbaren Subſtanzen befördert. Hier muſste wieder eine Ausnahme ſtatuirt werden. Enthält die Kohle Oxygen, der Diamant nicht, warum widerſteht dieſe, in Abweſenheit des äuſsern Sauerſtoffs, ſolchen Feuergraden, die den Diamanten verflüchtigen? Die Einwendung, daſs bei der Verflüchtigung des Diamanten in verſchloſsnen Gefäſsen der Sauerſtoff durch die Poren der Gefäſse dringe, ſchwächt dieſes Argument nicht. In einer offnen Glasröhre widerſteht die Kohle der Weiſsglühehitze des Glaſes.

d. Der Diamant entzündet ſich mit Sauerſtoffgas unter Erzeugung einer merklichen, obſchon kleinen Flamme. Nun habe ich in eben der angeführten Abhandlung gezeigt, daſs der freie Lichtſtoff, der das Phänomen der Flamme erzeugt, nicht mit dem Sauerſtoffe, ſondern mit dem Phlogogen gebunden war; wir ſind alſo berechtigt, überall auf die Gegenwart dieſes Stoffs zu ſchlieſsen, wo Lichterzeugung ſtatt findet, ſo wie wir auf deſſen Gegenwart in allen entzündlichen Gasarten ſchlieſsen. Aufserdem brennt reines Azote oder Azote-Oxyd,

ohne Phlogogen, nie mit Flamme. Man erhitze zum Beispiel Kienruſs, Ofenruſs, und den Ruſs, der ſich auf dem lange nicht geputzten Dochte des Talglichtes in der Form eines Pilzes anſetzt; er wird glühen, aber nicht flammen.

e. Es bleibt alſo nur noch Guyton's letzter Grund übrig, nämlich die Entſtehung des kohlenartigen Oxyds auf dem Diamanten, bei deſſen Entzündung in einem Gemiſche von ſchwach geſäuerter Kalkerde und Thon. Ich erkläre dieſes Phänomen ſehr leicht. Es ging hier wie bei der Entzündung jeder brennbaren vegetabiliſchen Subſtanz zu. Eine Kerze oder eine Lampe erzeugt keinen merklichen Ruſs, wenn das Sauerſtoffgas in hinlänglicher Menge hinzuſtrömen kann; erzeugt aber eine ſehr beträchtliche Menge deſſelben, ſo bald dieſer Zufluſs vermindert wird. Der Diamant in dieſem Verſuche war mit Erden bedeckt, welche den Sauerſtoff zu ſparſam zuließen; folglich muſste Ruſs entſtehen, das heißt: Azote-Oxyd, nur vom Phlogogen getrennt. Um einer Wiederhohlung zu entgehen, verweiſe ich für die Erklärung der Bildung des Ruſſes auf die ſchon oft angeführte Abhandlung, worin gezeigt wird, wie gerade die Gegenwart des Sauerſtoffs in *Nicht-Gasform* die Entſtehung des Ruſſes befördert, *) obſchon das Hinzutreten des

*) Hier ſcheint ein Widerſpruch mit c zu ſeyn. Aber ich ſpreche dort nur von Verflüchtigung, (Aufhebung der Cohäſion.) Uebrigens muſs ich

Sauerſtoffs in *Gasform* zum Prozeſſe, die vollkommne Zerſetzung bewirkt. Warum bei der Erhitzung des Diamanten in einem Klumpen Porzellanerde kein Ruſs entſteht, erklärt ſich ſehr leicht. Im Reverberirfeuer iſt die Hitze ſehr gleichförmig; es entſteht alſo im Porzellanklumpen eine völlig gleichförmige, anhaltende Hitze. Der Diamant wird darin verflüchtigt, das heiſst, ſeine Theile verlieren ihre Cohäſion, werden ſo zertheilt, daſs ſie durch die erweiterten Poren des Porzellans durchdringen können, und in ihrem Durchgange immer gleich heiſse Gegenden antreffen, bis ſie ganz ausgetreten ſind. Dann finden ſie im Ofen Sauerſtoffgas, das ſie in Luftſäure und Waſſer verwandelt, wie Harz, Oehl u. ſ. w. Hingegen iſt im Morveauſchen Verſuche die Erhitzung der Erden um den Diamanten herum durch die Sonnenſtrahlen ungleichförmig und nicht anhaltend. Das verflüchtigte Azote trifft kältere Theile an, und ſchlägt ſich alſo nothwendig als Ruſs nieder. Folglich iſt der bemerkte ſchwarze Ueberzug keinesweges Kohle, ſondern Ruſs, und zwar wahrſcheinlich Ofenruſs. In dieſem Prozeſſe mag die wenige Säure des Kalks allerdings zerſetzt worden ſeyn, aber ſie iſt gewiſs an der Entſtehung des Ruſses ganz unſchuldig.

Finden Sie dieſe Gründe beachtungswerth, ſo möchte es gut ſeyn, ſie dem Publikum mitzutheilen.

bitten, die angeführte Abhandlung auch hierüber zu leſen. *P.*

len. Vielleicht erſparen wir dadurch den Naturforſchern die unangenehme Mühe, künftig einen angenommnen Satz zu beſtreiten und zu verlaſſen; denn man ſcheint dieſe Idee Morveau's ſehr aufzunehmen. Zwar bin ich, wie ſchon angemerkt, von dem Daſeyn des Azote-Oxyds vollkommen überzeugt, aber den Satz, daſs die Kohle ein ſolches Oxyd ſey, halte ich für unrichtig. Ich kam auf einem ganz andern Wege zur Kenntniſs der Azote- und Phlogogen-Oxyde; Guyton kam durch falſche Prämiſſen, von Lavoiſier entlehnt, dazu.

VI.

VERSUCHE
über die Wasserzersetzung durch Volta's Säule,

von

Dr. Joh. Friedr. Erdmann
aus Wittenberg. *)

Um zu entscheiden, ob die sich bildenden Gasarten aus dem Wasser herrührten oder nicht, füllte ich eine doppelschenklige graduirte Röhre, Taf. III, Fig. 1., mit 4 Gran destillirtem Wasser, worin, um die Leitungsfähigkeit desselben, und dadurch die chemische Wirkung zu erhöhen, etwas Kochsalz aufgelöst war, führte von beiden Seiten messingene Enddrähte einer Zink-Silber-Säule von 40 Lagen hinein, und verklebte die Oeffnungen der Röhre

*) Ausgezogen aus seiner am 2ten Mai 1802 vertheidigten Inaugural-Dissertation: *Utrum aqua per electricitatem columnae a Cel. Volta inventae in elementa sua dissolvatur? Witteb.* q. 40 S. u. 1 Kpftaf. Diese gut geschriebne und mit vorzüglichem Fleiss bearbeitete medicinische Probeschrift enthält im ersten Kapitel eine vollständige Geschichte aller Meinungen über diesen Gegenstand, im zweiten eigne Versuche des Verfassers, im dritten eine Beurtheilung jener Meinungen, und im vierten eine Erklärung der Wasserzersetzung durch die Säule, Lavoisier's Theorie entsprechend.

mit etwas Wachs, so dafs der atmosphärischen Luft der freie Zutritt versperrt wurde, indefs die erzeugten Gasarten dadurch entweichen konnten. Nachdem dieser Apparat einige Stunden gestanden hatte, wobei der Minusdraht einen lebhaften Gasstrom ausstiefs, und der Plusdraht sich immer stärker mit einem grünlichen Oxyd umgab, fing das Wasser an allmählig abzunehmen, und nach 24 Stunden war es so weit verschwunden, dafs in der Röhre weiter nichts als ein feuchtes Messingoxyd übrig zu seyn schien. Das noch vorhandne Wasser konnte höchstens $\frac{1}{2}$ Gran betragen. — Dafs an diesem Verschwinden das blofse Verdünsten nicht schuld seyn konnte, zeigte ein Gegenversuch aufserhalb der Kette, wo sich das Wasser in 24 Stunden durch Verdünstung nicht sichtbar verminderte. Dafs auch nicht etwa das Gas, welches sich entwickelte, aus der Säule selbst ausgetrieben wurde, und nur bei seinem Durchgange durch das Wasser dieses auflöste

Das Folgende ist aus dem zweiten und vierten Kapitel ausgezogen. „Wider Erwarten," (sagt Hr. Dr. Erdmann S. 18 f.,) „fand ich zu meiner Freude ähnliche, in derselben Absicht, und mit noch gröfserer Sorgfalt angestellte Versuche vom Prof. Simon in Berlin, in den *Ann.*, X, 281. Doch glaube ich meine Versuche nicht unterdrücken zu müssen, da sie, mit einem andern Apparate angestellt, Simon's Resultat aufs beste bestätigen, und ich dabei ein noch unbekanntes Phänomen wahrzunehmen Gelegenheit fand." *d. H.*

und mit fortnahm, dafür bürgt der Umstand, dafs kein Sauerstoffgas, welches allerdings eine beträchtliche Menge Wasser aufzulösen vermag, mit in das Spiel kam, und dafs alles entbundne Wasserstoffgas, wie sich aus andern Versuchen schliefsen läfst, kaum 0,11 Gran wiegen konnte. Offenbar mufste also das Wasser verwendet worden seyn, um das Oxyd und das Wasserstoffgas bilden zu helfen.

Ich wiederhohlte den Versuch mit 1 Gran reinen Wassers, (ohne Salz,) in welches an der Plusseite ein Golddraht, an der Minusseite ein Meſsingdraht hinab ging, die mit einer Säule aus 80 Lagen verbunden wurden. Auch hier hatte sich das Wasser nach einigen Stunden etwas, und nach 30 Stunden bis auf etwa 0,2 Gran vermindert.

Zu dem folgenden Versuche diente mir ein Glasgefäfs von Kugelgestalt mit einem cylindrischen Halse, welches Fig. 2 in natürlicher Gröfse darstellt. Ich hatte es an zwei gegenüberstehenden Stellen durchbohrt, über die Oeffnungen Korkstücke *b*, *b* gekittet, durch diese zwei zugespitzte Golddrähte gesteckt, so dafs ihre Spitzen nur um 1 Linie von einander abstanden, und Kork, Metall und Glas, da, wo sie aneinander schlossen, mit Siegellackfirnifs luftdicht überzogen. Ich füllte darauf das Glas bis an den Hals mit frisch destillirtem Wasser, wovon es genau $5\frac{2}{3}$ Drachmen hielt, verschlofs es mit einem Korkstöpsel, durch den ein, wie Fig. 3, gekrümmtes Haarrohr ging, und verstrich auch hier

alle Ritzen mit Siegellackfirniſs. Dieſer ganze Apparat wog mit dem Waſſer 648 Gran.

Darauf wurde die vordere Oeffnung des Entbindungsrohrs in ein Gefäſs mit deſtillirtem Waſſer, *e e*, Fig. 4, gebracht, und ein Glascylinder *b* voll deſtillirten Waſſers darüber geſtürzt. Dieſer Cylinder war oben gewölbt und durchbohrt. Ich verſchloſs ihn hier mit Wachs, ſteckte durch dieſes zwei Meſſingdrähte, die oben mit Knöpfen *d d* verſehn waren, um electriſche Funken auf ſie ſchlagen zu laſſen, und verſtrich auch hier alles ſorgfältig mit Siegellackfirniſs. Der Cylinder war etwa 1 Zoll weit, und nach rheinländiſchen Duodecimal-Kubikzollen und Theilen derſelben graduirt. Ich hatte ihn an ein Brett *c c* befeſtigt, und dieſes lieſs ſich mittelſt der Löcher und Stifte an das Geſtell *h h* befeſtigen, ſo daſs man es in das Waſſer nach Belieben tiefer hinablaſſen konnte.

Ich ſetzte nun die Drähte durch Stanniolſtreifen mit den Enden einer zweiſchenkligen Säule aus 80 Lagen in Verbindung, deren feuchter Leiter aus Lederſcheiben mit Salmiakauflöſung genäſst beſtand. Sogleich entwickelte ſich an beiden Golddrähten, ſo weit ſie ſich im Waſſer befanden, Gas, vorzüglich an den Spitzen, und zwar am Drahte vom negativen Pole mehr als an dem vom poſitiven Pole, und dieſes Gas ſtieg allmählig durch das Entbindungsrohr in den Cylinder über. Zugleich zeigte ſich eine ſonderbare, von andern, ſo viel ich weiſs, noch nicht bemerkte Erſcheinung. Die Gasbläschen ſtie-

gen nicht ſenkrecht an, ſondern alle Ströme Sauerſtoffgas ſchienen während der ganzen Dauer des chemiſchen Prozeſſes nach der Richtung der Spitze vor-, die Ströme Waſſerſtoffgas dagegen von der Spitze zurück getrieben zu werden, und das beſonders an den Spitzen, wie dieſes in Fig. 2 abgebildet iſt. Um mich hierbei nicht zu täuſchen, nahm ich andre Beobachter zu Hülfe; alle bemerkten dieſen Umſtand gleichmäſsig, ſo oft die Gasentbindung in einem hinreichend weiten Gefäſse vor ſich ging. Nach einigen Stunden war der poſitive Golddraht wie mit einem weiſslichen Spinnengewebe bedeckt, der negative dagegen mit einem ſchwärzlichen Pulver überzogen.

Als nach 40 Stunden in dem Cylinder ſich bei 10° R. Temperatur, genau 6 Kubikzoll Gas angeſammelt hatten, nahm ich das Glasgefäſs, Fig. 2, aus der Kette der Säule. Das Waſſer hatte ſich darin etwas getrübt, leicht violett gefärbt, und einen röthlich ſchwarzen Bodenſatz abgeſetzt, auf deſſen Natur es mir indeſs hier nicht ankam. Das Glasgefäſs ſammt dem Waſſer darin und der gehörig abgetrockneten Entbindungsröhre wog nun 647 Gran, hatte alſo einen Gran am Gewichte verlohren.

Von dem aufgefangnen Gas lieſs ich $1\frac{1}{2}$ Kubikzoll in eine andre Röhre ſteigen und brachte mittelſt eines Metalldrahts 2 Gran Phosphor hinein. Dieſer hatte in 24 Stunden den Luftraum ſo vermindert, daſs er kaum mehr als 1 Kubikzoll betrug, ſo daſs ungefähr $\frac{1}{3}$ des erhaltnen Gas aus Sauer-

ſtoffgas beſtand. — Als ich darauf das übrige Gas in dem Cylinder *b*, Fig. 4, durch einen electriſchen Funken entzündete, verſchwand es faſt ganz. Der ſehr geringe Rückſtand an Gas war höchſt wahrſcheinlich Stickgas, das aus dem Waſſer des Cylinders angeſtiegen war, wie das andere durch ihre Verſuche wirklich bewährt haben. — So konnte ich alſo überzeugt ſeyn, daſs Sauerſtoffgas und Waſſerſtoffgas ſich hier in demſelben Gewichts-Verhältniſſe von 85 : 15 entwickelt hatten, worin ihre ponderabeln Grundſtoffe, nach Lavoiſier's Meinung, das Waſſer bilden. Und war das der Fall, ſo muſsten, (ſetzt man nach Girtanner's Anfangsgr. der antiphlog. Chemie, S. 60 und 72, das Gewicht des Duodecimal-Kubikzolles Sauerſtoffgas 0,5, Waſſerſtoffgas 0,037449 Gran, bei 28″ Barometerſtand und 10° R. Temperatur,) von jenen 6 Kubikzollen 1,78777 Sauerſtoffgas und 4,21223 Waſſerſtoffgas ſeyn, folglich jenes 0,89388, dieſes 0,15774, beide zuſammen alſo 1,05162 Gran wiegen; welches mit dem Gewichtsverluſte des Waſſers aufs beſte zuſammenſtimmt,*) und gegen den Verſuch

*) Dieſe Berechnung bedarf einer Berichtigung, welche das Reſultat völlig mit dem Reſultate der erſten Verſuche Simon's, (*Ann.*, X, 289, 290,) in Harmonie bringt. Da, nach Lavoiſier, bei 10° Temperatur und 28″ Barometerſtand 1 pariſer Kubikzoll Sauerſtoffgas 0,5069 und Waſſerſtoffgas 0,03539 fr. Gran wiegt, ſo beträgt das Gewicht eines *rheinländiſchen Duodecimal-Kubikzolles Sauer-*

des Herrn Hofapothekers Gruner, (*Ann.*, VIII, 225 f.,) ſpricht.

Der Verfaſſer zeigt nun recht gut und deutlich das Ungenügende in allen bisherigen Erklärungsarten der Waſſerzerſetzung durch Volta's Säule, bemerkt, daſs man Lavoiſier's Syſtem, das ſeit 24 Jahren immer feſter ſich begründet habe, billig nicht eher aufgeben müſſe, als bis alle Verſuche, die Waſſerzerſetzung durch Volta's Säule demſelben entſprechend zu erklären, erſchöpft wären, und ſtellt dann folgende Hypotheſe im Geiſte des Lavoiſierſchen Syſtems auf, mit der auch Herrn Banquier Kor-

ſtoffgas ungefähr 0,412 und *Waſſerſtoffgas* 0,03 Gran *Nürnberger Medicinal-Gewicht*. Das Verhältniſs des Volumens, worin beide Gasarten unter dieſen Umſtänden ſich zu Waſſer vereinigen, iſt 1 : 2,527, (*Annal.*, X, 289.) Folglich waren von den erhaltnen 6 rheinländiſchen Duodecimal-Kubikzollen Gas 1,7 Sauerſtoffgas und 4,3 Waſſerſtoffgas. Erſtere wogen 1,7 . 0,412 = 0,7004 Gran, letztere 4,3 . 0,03 = 0,129 Gran, folglich alle 6 Kubikzoll Gas 0,8194 Gran Nürnberger Gewicht. Das Waſſer hatte aber 1 Gran am Gewichte verloren. Alſo war auch hier *mehr* Waſſer verſchwunden, als ſich in Gasgeſtalt dargeſtellt hatte, gerade wie in Simon's erſtem Verſuche, wo bei einem Waſſerverluſte von 2,2 Gran nur ein Gasvolumen von 1,56 Gran erſchien. Das übrige Waſſer war dem Gas in Dunſtgeſtalt beigemiſcht, wie Simon's zweiter Verſuch S. 291 beweiſt.

d. H.

tum's Vorstellungsart in Voigt's Magazin, B. 3, S. 776 f., sehr nahe zusammenstimme.

Sauerstoff und Wasserstoff können aus dem Wasser nicht anders einzeln und frei dargestellt werden, als wenn einer dieser beiden Grundstoffe dem andern durch die chemischen Kräfte eines dritten Stoffs entzogen wird. Dieser Stoff kann kein anderer als die electrische Materie seyn, da sie es allein ist, welche in Volta's Säule wirkt, Volta's und van Marum's neuesten Versuchen gemäfs. Sie strömt aus dem positiven Enddrahte der Säule in das Wasser, und aus dem Wasser in den negativen Enddraht. Da nun zugleich der positive Draht derjenige ist, wo der Sauerstoff frei wird, so mufs die Electricität bei ihrem Einströmen in das Wasser den Wasserstoff binden, dieser also zu ihr eine gröfsere Verwandtschaft als selbst zum Sauerstoffe haben, und mit ihr hydrogenirte Electricität bilden, während der Sauerstoff entbunden wird. Der an die electrische Materie gebundne Wasserstoff strömt mit ihr zum negativen Enddrahte, und hier wird er entbunden, so bald die electrische Materie in das Metall hineintritt, und erscheint als Wasserstoffgas.

Gegen diese Erklärung, die mit dem Lavoisierschen Systeme völlig besteht, sprechen weder Ritter's Versuche noch seine theoretischen Gründe, und aus ihr lassen sich manche schwierig scheinende Phänomene sehr leicht erklären. So z. B. das oben von mir beschriebne gekrümmte Ansteigen der Gasströme, als würde das Sauerstoffgas vor-

wärts, das Waſſerſtoffgas zurück getrieben, (*c*, *d*, Fig. 2.) Die Gasbläschen werden vom poſitiven zum negativen Drahte getrieben, weil dieſes der Weg der electriſchen Materie iſt; zugleich ſchwimmen ſie im Waſſer aufwärts, und daraus entſteht eine zuſammengeſetzte Bewegung nach Art der Wurfbewegung in einer Parabel. Sie iſt vornehmlich an den Spitzen ſichtbar, weil da die Electricität mit der gröſsten Kraft aus- und einſtrömt. An den von den Spitzen entfernten Theilen des Drahts ſteigen die Gasſtröme immer mehr ſenkrecht in die Höhe. So ſtellt ſich uns das gleichſam vor Augen, was in dem chemiſchen Prozeſſe an der Säule vor ſich geht; und ich zweifle, daſs ſelbſt Ritter für dieſes Phänomen eine andre ungezwungene Erklärung finden wird.

Eben ſo erklärt ſich hieraus ganz leicht die von Erman in dem Gasapparate an der Voltaiſchen Säule bemerkte Sonderbarkeit, (*Annal.*, X, 12,) daſs, obſchon das Waſſer zwiſchen beiden Enddrähten, (und ſo auch ein Zwiſchendraht, der in dieſem Waſſer zwiſchen beiden Enddrähten liegt,) ſich in drei electriſche Zonen theilt, in eine poſitive, dem + Drahte, eine negative, dem — Drahte zugewandt, und eine unelectriſche zwiſchen beiden, doch die dem + Drahte gegenüberſtehende, gleichfalls poſitiv-electriſche Spitze des Zwiſchendrahts Waſſerſtoffgas, und die dem — Drahte gegenüberſtehende negativ-electriſche Spitze Sauerſtoff entbindet. Man ſieht daraus, daſs Oxydation nicht immer dem po-

ſitiven, und Desoxydation dem negativen electriſchen Zuſtande entſpricht. Wo aber Electricität aus dem Drahte in das Waſſer tritt, entbindet ſich auch hier ſtets Sauerſtoff, wo ſie dagegen aus Waſſer in Metall übergeht, Waſſerſtoffgas, obgleich beide Stellen in demſelben electriſchen Zuſtande ſind.

So ſtimmt alſo Lavoiſier's ſo lichtvolle Theorie auch mit dem Phänomen der Waſſerzerſetzung an Volta's Säule auf das beſte zuſammen, und wir würden ſehr Unrecht thun, ſie aufzugeben.

VII.

METHODE,

das Waſſer mittelſt einer Electriſirmaſchine eben ſo als durch Volta's Säule zu zerſetzen.

Aus

einem Briefe des Dr. MARTINUS VAN MARUM *an* BERTHOLLET *in Paris.* *)

Seit meinem letzten Briefe iſt es mir völlig gelungen, das Waſſer durch den electriſchen Strom aus meiner 31zölligen Scheibenmaſchine zu zerſetzen. Da Sie mir dieſen Verſuch durch Herrn Pfaff haben vorſchlagen laſſen, ſo will ich Ihnen hier die Methode mittheilen, durch die er mir geglückt iſt. Ich nahm eine äuſſerſt feine Thermometerröhre,

*) *Annales de Chimie*, t. 41, p. 77. Man vergleiche damit oben S. 103 f. *d. H.*

wie ich sie für die empfindlichsten Thermometer Crawford's und Hunter's in London hatte verfertigen lassen, deren innerer Durchmesser kaum $\frac{1}{100}$ Zoll beträgt. In diese steckte ich einen Eisendraht, der ungefähr $\frac{1}{300}$ Zoll dick und 12 Zoll lang war, und verschloss das Ende *a*, (Taf. III, Fig. 6,) der Röhre so mit Siegellack, dass die Drahtspitze nur eben zum Siegellack hinaussah. Die so zubereitete Thermometerröhre wurde in eine viel weitere Röhre voll Wasser durch den einen Endkork, nach Art der Drähte eines Gasapparats, hineingeführt, und alles Uebrige wie gewöhnlich beim Gasapparate der Voltaischen Säule eingerichtet. Liess ich nun den kräftigen electrischen Strom der Scheibenmaschine durch diesen Apparat strömen, indem ich auf die Thermometerröhre eine Messingkugel, und diese 3 bis 4 Linien vom Leiter der Maschine absetzte; so erhielt ich im Gasapparate eine fast eben so schnelle Wasserzersetzung als durch eine Voltaische electrische Säule aus 100 Schichtungen.

VIII.

VERSUCHE

mit

einer Voltaiſchen Säule von 495 Lagen,

von

J. K. P. Grimm,
Prof. d. Math. und Phyſ. an d. Ritterakad. zu Liegnitz.

I. *Funken.*

Die intereſſanten Verſuche über das Funkenſpiel in der Voltaiſchen Säule und die Entzündung leicht brennender Körper wollten mir anfangs nicht glücken. Meine Kupfer-Zink-Batterie aus 100 Lagen, die ich wiederhohlt dazu erbauete, mochte iſolirt oder uniſolirt ſeyn, immer gab ſie keine Funken, ungeachtet ſie ſich vorzüglich wirkſam auf den menſchlichen Körper zeigte; nur äuſserſt ſelten konnte ich bei dunkler Nacht mittelſt eines Goldblättchens kleine unbedeutende Funken wahrnehmen. Die in den *Ann.*, VIII, 177, mitgetheilte Bemerkung des Hrn. von Arnim, daſs Funken in der Lichtflamme zwiſchen den Enddrähten überſpringen, auch wenn man ſie auf keine andere Art erhalten kann, veranlaſste mich, die beiden Enden der Directoren, welche ich auf die gewöhnliche Art mit der Batterie in Verbindung geſetzt hatte, zu erwärmen. Bei der Berührung zeigten ſich nun ſogleich Funken. Ich möchte daher auch in jenem

Falle

Falle den Grund dieſer Funken mehr im Wärmeſtoffe, als in der Leitungsfähigkeit der Lichtflamme ſuchen. Darin beſtätigte mich noch mehr folgender Verſuch. Es wurden zwei Voltaiſche Säulen, jede aus 50 Lagen, und zwar die eine aus ſtark erwärmten Metallplatten und Tuchſcheiben, die überdies in einer warmen Salzauflöſung eingeweicht waren, erbauet. Die andere Säule gab bei Schlieſsung der Kette durch Eiſendraht keine Funken; die letztere aber deſto ſchönere, mit 4 bis 6 Linien langen Strahlen.*) Doch zündeten dieſe Funken keinen Körper an, wie das durch kleinere Funken einer aus 495 Lagen beſtehenden Batterie geſchah.

Daſs ich aus einer Säule von 100 Lagen lange keine Funken erhalten konnte, lag wohl an den Scheiben von Pappe oder von dichtem Tuche, deren ich mich dabei bediente, und die durch den öftern Gebrauch ſehr hart geworden waren. Seit-

*) Auch folgenden Verſuch des Hrn. Prof. Becker, welchen Herr Hofmarſchall Hauch, (im *Nordiſchen Archiv für Naturkunde*, B. II, S. 22,) bekannt gemacht hat, habe ich oft wiederhohlt: Man läſst eine Silberplatte oder ein ſilbernes Geldſtück über einem Wachslichte mit Kohlenſtaub ſich überziehen. Nimmt man hierauf den einen Draht der Batterie in die angefeuchtete Hand, und berührt mit einem angefeuchteten Finger die ſchwarze Silberplatte, welche mit dem andern Pole der Batterie in Verbindung ſteht, ſo ſcheint die Platte auf einem Theile mit Feuer überzogen zu ſeyn. *Gr.*

dem ich sie mit Flanellscheiben vertauscht habe, giebt eine Säule, wenn sie auch nicht aus 100 Lagen besteht, schöne Funken. Als ich drei Säulen, jede zu 100 Lagen, eine mit Pappscheiben, die andere mit Scheiben von dichtem Tuche, und die dritte mit Flanellscheiben erbauet hatte, gab die erste keine Funken, die zweite nur wenige, die dritte aber sehr viele und schöne Funken.

Durch die Funken einer Batterie aus 495 Lagen, die aus 5 einzelnen, durch Eisendraht verbundnen Säulen bestand, konnte ich folgende Körper anzünden: 1. *Schiesspulver* in Körnern, nicht zerrieben, wie das, welches Dr. Bourguet, (*Annalen*, VII, 491,) anzündete. Ich streuete das Pulver auf eine sogenannte Blitzscheibe mit Goldblatt-Quadraten, und setzte die mit gläsernen Handgriffen versehenen Directoren, die sich mit der Batterie in Verbindung befanden, auf die Blitzscheibe, ein Paar Zoll von einander. Es entstand sogleich ein Funken, welcher von einem Goldblatte zum andern übersprang und das in dem Zwischenraume befindliche Schiesspulver anzündete. — 2. *Phosphor*. Er entzündet sich am leichtesten, und man hat dazu keine grosse Batterien nöthig. — 3. *Schwefelblumen*, die aber sehr trocken seyn müssen. — 4. *Pulverschwamm*, d. i. Schwamm, der in Schiesspulver eingerieben ist. Dieser Versuch ist mir oft misslungen, indess Versuch 1 fast immer gelang.

II. *Wirkung auf den thieriſchen Körper.*

1. Achtzehn Perſonen faſsten ſich mit trocknen Händen an, und der letzte nahm den Draht vom Zinke in die Hand. Sobald der erſte den Draht vom Kupfer berührte, empfand jeder den Durchgang der galvaniſchen Materie. Die Empfindung glich keinem Schlage, ſondern einem Bucken, welches aber jeder in der Hand ſeines Nachbars wahrzunehmen glaubte.

2. Setzte ſich nur eine einzige Perſon mit dieſer Batterie in Verbindung, ſo war der Schlag bei Schlieſsung der Kette, ob die Hände gleich nicht angefeuchtet worden, ungemein heftig. Beſonders war die Empfindung während des Geſchloſſenſeyns der Kette ſehr unangenehm, und zwar gänzlich ſo, wie ſie Herr Ritter in den *Annalen*, VII, 477, ſchildert; nur in einem ſtärkern Grade.

3. Setzte man die trocknen Directoren, welche mit der Batterie verbunden waren, auf die unangefeuchteten Theile in der Gegend des Mundes, wo die Lippenmuskeln ſich befinden, ſo war der Schlag ungemein heftig, und man empfand einen ſauren Geſchmack auf der Zunge, und ein ſehr ſtarkes Leuchten vor den Augen. Da ich von dieſer Erſchütterung beinahe betäubt war, ſo wagte ich es nicht, dieſen Verſuch zu wiederhohlen, noch weniger, mich mit der Säule mit angefeuchteten Händen in Verbindung zu ſetzen. Dennoch empfand ich einmahl durch Unachtſamkeit die Wirkung aller

495 Lagen auf meinen Körper bei angefeuchteten Händen. Ich empfand die Erschütterung nicht blofs in den Armen und Schultern, sondern auch auf der Bruft, und war einige Minuten lang betäubt. Von diesem Augenblicke an war ich den übrigen Theil des Tages übel gestimmt, und ein hoher Grad von Mattigkeit und Schläfrigkeit hatte sich meines Körpers bemächtigt. *)

4. Um die Einwirkung dieser grofsen Batterie auf den thierischen Körper noch genauer kennen zu lernen, setzte ich einen Bergfinken mit ihr in Verbindung. Als ich ihn nach 4 Minuten aus der galvanischen Kette herausnahm, war er in einem solchen Grade betäubt, dafs er nicht aufrecht stehen konnte und starke Zuckungen hatte. Nach 3 Minuten brachte ich ihn wieder in die galvanische Kette, und liefs ihn 10 Minuten lang in diesem Zustan-

*) Die schon erwähnte, aus 50 Lagen bestehende Batterie, deren sämmtliche Platten auf dem Ofen stark erwärmt waren, gab gleichfalls sehr starke Erschütterungen, welche die einer Säule aus 100 nicht erwärmten Lagen übertraf; und nahm ich in jede angefeuchtete Hand den eisernen Ladestock einer Flinte, und setzte mich durch diese mit der Säule in Verbindung, so gab der Schlag dem der Batterie aus 495 Lagen wenig nach, und war von einer heftigen unwillkührlichen Bewegung in den Armen begleitet. Diese Batterie gab aber während der Einwirkung auf Wasser nicht mehr Gas, als eine andere aus 50 Lagen bestehende, deren Platten nicht waren erwärmt worden. *Gr.*

de. Man würde ihn nun für todt gehalten haben, hätte nicht ein unwillkührliches Zucken am Körper ſtatt gefunden. Als er nochmahls 10 Minuten lang mit der Batterie in Verbindung geſetzt worden war, blieben auch die Zuckungen aus, und ſtellten ſich nur ein, wenn nun der Vogel mit beiden Directoren berührt wurde. Dieſer Zuſtand dauerte 25 Minuten; ſpäterhin konnte auch vermittelſt des Galvanismus keine Zuckung weiter hervorgebracht werden, und alles thieriſche Leben war folglich entwichen.

Während dieſes Verſuchs zeigten ſich folgende Phänomene: Die Schläge durch den Kopf, vorzüglich in der Gegend der Augen, muſsten von heftiger Wirkung ſeyn, denn der Vogel gab nicht einmahl einen Laut von ſich. Nach 10 Minuten war das Auge, an welches ich den Zinkdraht angeſetzt hatte, geſchloſſen, und blieb es bis zu dem Ende des Verſuchs. Am ſtärkſten waren aber die Convulſionen, wenn der eine Draht an die eine Seite des Kopfes, und der andere Draht an den Fuſs der andern Seite angeſetzt wurde.

III. *Einige andere Beobachtungen.*

1. Ich fand die Vermuthung beſtätigt, daſs eine ſo ſtarke Batterie die Gasentwickelung nicht beſchleunigen werde; denn auf das Waſſer wirkte ſie nicht ſtärker als eine aus 100 Lagen beſtehende Batterie. (?)

2. Die Behauptung, dafs eine galvanische Batterie gänzlich zu wirken aufhöre, oder wenigstens in ihrer Wirksamkeit sehr geschwächt werde, wenn viele Feuchtigkeit herabträufelt, habe ich nicht bestätigt gefunden. An allen Säulen, die ich bisher erbauet habe, ist nie auf diesen Umstand von mir Rücksicht genommen worden. Es flofs daher auch stets eine grofse Menge Feuchtigkeit längs den Platten herab, so dafs hiervon nicht blofs das Gestell, sondern auch der Tisch angefeuchtet wurde. Dessen ungeachtet waren diese Batterien in den ersten Stunden eben so wirksam als nachher, da keine Flüssigkeit mehr von den Platten herabfloss, und folglich das Gestell sowohl als der Tisch trocken war. Das einzige, was ich hierbei jedesmahl bemerkt habe ist, dafs in den ersten Stunden nach dem Aufbauen der aus 495 Lagen bestehenden Batterie selten Funken zum Vorscheine kamen. Erst nach einigen Stunden, wenn keine Flüssigkeit mehr von den Platten herabfloss, trat die Funkenperiode ein. Auch das Anziehen und Abstofsen der Goldblättchen erfolgte erst, als die Flüssigkeit abzufliefsen aufhörte, so dafs folglich Herr Ritter Recht hat, wenn er behauptet, dafs eine vollkommne Isolirung der Batterie nothwendig sey, wenn man das Anziehen und Abstofsen wahrnehmen wolle.

3. Als ich die aus 5 Säulen bestehende Batterie zum ersten Mahle erbauet hatte, befanden sich in der mittlern statt der Tuchscheiben Pappscheiben. Ungeachtet diese Batterie sich am ersten Tage von

grofser Wirkfamkeit gezeigt hatte, fo war fie doch fchon am zweiten Tage gänzlich unwirkfam, und man empfand felbft bei feuchten Händen keine Erfchütterung. Merkwürdig aber war es, dafs diefe verbundnen Säulen Funken gaben. Ich faßte nachher jede Säule an ihren Endplatten mit angefeuchteten Händen an. Von einer jeden erhielt ich einen ftarken Schlag, nur nicht von der mittelften, in welcher fich die Pappfcheiben befanden. Nachdem ich diefe gänzlich unwirkfame Säule auf die Seite gefetzt, und die Verbindung zwifchen den vier übrigen durch Eifendrähte wieder hergeftellt hatte, gab die Batterie nicht nur Funken, welche Schiefspulver anzündeten, fondern auch fehr ftarke Erfchütterungen.

Liegnitz den 12ten Januar 1802.

IX.

EINIGE VERSUCHE
mit Volta's electrischer Säule,

von

KARL WILHELM BÖCKMANN d. jüngern,
Professor in Carlsruhe.

Carlsruhe im Januar 1802.

Hrn. Ritter's umständliche Auseinandersetzung, mit welcher Benennung die beiden Enden der Voltaischen Säule zu belegen seyn möchten, (*Annalen*, 1801, Heft 10,) habe ich mit vielem Vergnügen und Interesse gelesen, und gefunden, dafs er sich auf eine sehr feine Art aus unserm kleinen litterarischen Streite herauszieht, wenn ihm gleich seine freundschaftlichen Gegner keinen wirklichen Sieg zugestehen werden, indem er mir den eigentlichen Punkt des Streites etwas verrückt zu haben scheint. — — Indefs trete ich gern für meinen Theil, gleich unsern übrigen mitarbeitenden Freunden, seiner Benennung und seinem Baue der Säule bei, besonders wenn sich Volta's Theorie ganz bestätigen sollte.

Die Ritterschen artigen Versuche *über die Erzeugung der Dendriten in der Flamme eines Talglichtes*, (*Annalen*, IX, 335,) habe ich mit einer Säule von 70 Lagen *doppelter Louisd'or* und *Zinkplatten*, (welche sich indefs weniger wirksam zeigte, als ei-

ne ähnliche Säule von Zink und Silber,) wiederhohlt. *)

Die Drähte mochten von *Gold*, *Kupfer*, *Meſſing*, *Eiſen* oder *Zink* ſeyn, immer entſtanden, wenn ich ſie in die Flamme eines gewöhnlichen Talglichtes brachte, ſchöne Dendriten von ſchwarzbrauner Farbe. Hielt ich nämlich den Draht vom Zink, (den + Draht,) in horizontaler Richtung bis in die Nähe des Lichtdochtes, und parallel über demſelben den Draht vom Golde, in einer Entfernung von 2 bis 10 Linien, ſo wuchſen gewöhnlich an dem erſtern 3 bis 6 Linien hohe Dendriten hervor, die anfangs beſonders ſchön und feinäſtig waren, bald aber gröber wurden und an Schönheit abnahmen. Ihre Richtung war beſtändig ſenkrecht und aufwärts. An dem darüber gehaltnen Drahte vom Golde entſtanden auch Dendriten, die mehrentheils nach oben, doch zuweilen auch nach unten, auswuchſen. Dieſe Dendriten blieben aber kleiner und feiner, als die andern am Drahte vom Zink. Indeſſen fand ich doch bei öfterer Wiederhohlung dieſes Verſuchs zuweilen Ausnahmen von den ſo eben beſchriebnen Erſcheinungen, und es ſcheint mir, daſs die Entſtehung und Bildung ſolcher Den-

*) Man wird finden, daſs Herrn Böckmann's Verſuche und Erklärung aufs beſte mit Erman's Bemerkungen, S. 154, Anm. über dieſe neue Art von Lichtenbergiſchen Figuren zuſammenſtimmen. *d. H.*

driten noch von einigen besondern Nebenumständen abhängen dürften.

Hielt ich den Draht vom Zink oben, und den vom Golde unten, und zwar auch in horizontaler Richtung, so zeigten sich gemeiniglich dieselben Erscheinungen. Oft dauerte es wohl mehrere Minuten, bis die Dendriten erschienen, oft auch nur einige Sekunden. Sind sie einmahl da, so wachsen sie gewöhnlich schnell empor.

Näherte ich in der Flamme des Lichts dergleichen Dendriten einander, so zogen sie sich an, und es erfolgten dann öfters kleine *Fünkchen*, deren weiss-bläuliches Licht von grosser Intensität ist. Es fand gewöhnlich dabei auch ein schwaches Geräusch statt, als wenn Blattgold durch die galvanisch-electrischen Funken verbrannt wird. Näherte ich einen Dendriten, vom Drahte des Goldes oder des Zinks, zu dem einen oder andern dieser Drähte im Lichte, so erschienen ebenfalls dergleichen Fünkchen. Wahrscheinlich sind es die nämlichen, deren ich schon im 2ten und 6ten Hefte des verflossnen Jahrganges dieser Annalen zuerst Erwähnung gethan habe, und die seitdem mit mir auch andere Physiker in der Mitte der Funkensonnen sahen, wobei die sprühenden Funken nichts als geschmolzne glühende Eisentheilchen, und eine Wirkung der kleinen gleichzeitigen eigentlich galvanisch-electrischen Fünkchen sind.

Es scheint mir sich aus vielen meiner hierüber angestellten Versuche zu ergeben, dass jene Funken

in der Flamme eines Lichtes *nicht* so wohl *durch die Erhitzung der Drähte*, als vielmehr *durch den an sie sich anlegenden Ruſs* befördert werden. Denn ich mochte den reinen eisernen Draht vom Zink an den andern rusigen eisernen Draht vom Golde, oder umgekehrt den rusigen Draht vom Zink an den reinen vom Golde, oder beide rusige Drähte aneinander bringen, so entstanden, erhitzt oder nicht, auch ausser der Flamme, gewöhnlich jene kleinen schönen Fünkchen. Bei diesen Versuchen glaube ich auch bemerkt zu haben, dass die sprühenden Eisendrähte nach ihrer Berührung oft stark zusammenhingen, so sehr, dass ich sie mehrmahls mit einiger Gewalt von einander reisen musste. Nach ihrer Erkaltung hat dieses Phänomen nie statt gehabt.

Bog ich die beiden Drähte so, dass sie nebeneinander in senkrechter Lage in die Lichtflamme gehalten werden konnten, so erschienen am Drahte vom Zink, zuweilen auch an dem vom Golde, senkrecht aufwachsende Dendriten, die oft 5 bis 10 Linien hoch wurden. Manchmahl kamen am andern Drahte gar keine, oder nur kleine Dendriten zum Vorscheine. Ueberhaupt scheinen solche bei senkrechter Lage der Drähte seltner zu entstehn, als bei der horizontalen Lage. Hielt ich aber den einen Draht senkrecht, und den andern horizontal darüber, so entstanden gewöhnlich schnell an dem letztern Dendriten.

Ich ſtellte zwei brennende Lichter nebeneinander, und hielt die zwei Drähte in horizontaler Richtung zugleich durch die beiden Lichtflammen; den Draht vom Zink unten, den vom Golde oben. Hier erſchienen nun an beiden Stellen des Drahtes vom Zink, da, wo er ſich in der Flamme befand, Dendriten, welche hauptſächlich in die Höhe wuchſen. Die Dendriten an der Spitze des Drahtes waren gröſſer, als diejenigen, welche an dem andern Theile deſſelben entſtanden. An dem untern Drahte vom Zink zeigten ſich nur ſehr geringe Spuren von Dendriten. Ich wiederhohlte dieſen Verſuch mehrere Mahl, und gewöhnlich mit ähnlichem Erfolge.

Als ich umgekehrt den Draht vom Zink oben, den vom Golde unten hielt, ſo entſtanden die gröſsten Dendriten an der Spitze des erſtern Drahtes. Es legten ſich aber auch an den zwei Stellen, wo ſich der Draht vom Golde in den Lichtern befand, kleine Dendriten an. Die Dendriten des Drahtes vom Zink wuchſen ſchnell zu einer beträchtlichen Höhe und Dicke herauf, und waren auch weit ſtärker, als die im vorigen Falle, wo der Draht vom Golde oben gehalten wurde. Bei öftern Wiederhohlungen fand ich, bis auf einige zufällige Ausnahmen, alles auf die nämliche Weiſe.

Einige Mahl beobachtete ich auch, als der untere Draht vom Zink mit dem Dochte des Lichtes in Berührung kam, und der Draht vom Golde ſich etwa 6 bis 8 Linien darüber befand, daſs aus dem Drahte

vom Zink und dem Lichtdochte zugleich Dendriden auswuchſen.

Ich bog nun die beiden Drähte ſo, daſs ſie ſich in der Mitte horizontal und parallel unter einander halten lieſsen, und ihre Spitzen zugleich in eine mit Waſſer gefüllte Schale reichten. Nun brachte ich die Flamme eines Lichtes in jene Stelle, wo die Drähte ſich in der parallelen Lage nahe beiſammen befanden, und näherte dieſelben einander bald mehr, bald weniger; allein ich erhielt unter dieſen Umſtänden keine Dendriten, und die Drahtſpitzen gaben, wie zuvor, in der mit Waſſer gefüllten Schale das gewöhnliche Gas.

Die Dendriten verbrannten nicht immer, wenn ich die Drähte aus dem Lichte herausnahm. Gewöhnlich blieben die groſsen am Drahte vom Zink ganz unverſehrt, und beſtanden nach der Unterſuchung aus *Ruſs*. Die Dendriten am Drahte vom Golde, welche, wie bereits bemerkt, meiſtens feiner und kleiner waren, fielen aber öfters zuſammen, oder wurden bei der Berührung der atmoſphäriſchen Luft durch den glühenden Draht entzündet, und verbrannten Funken ſprühend; ſie waren gleichfalls von *Ruſs*.

Ich befeſtigte an den Drahtſpitzen kleine Stangen von wohl ausgeglühten, (zufälligerweiſe hydrogenirten,) *Kohlen*; dieſe gaben gleichfalls bei ihrer Berührung in der Lichtflamme, ſie mochten glühen oder nicht, jene oft erwähnten kleinen Fünkchen. Mehrere Mahl beobachtete ich auch, daſs ſich

an den Kohlen in der Lichtflamme Dendriten erzeugten.

Nahm ich ſtatt der Flamme eines Talglichtes die einer *Brennöhllampe*, ſo wurden die Dendriten darin gewöhnlich ſtärker. Hingegen erhielt ich, bei ſonſt gleichen Umſtänden, in der Flamme eines guten *Wachslichtes* gar keine, und eben ſo wenig, wenn ich die Drähte in die Flamme von dem brennenden *Alkohol* hielt.

Nach meinem geringen Ermeſſen laſſen ſich dieſe Erſcheinungen etwa auf folgende Art erklären: Es beſtehen die Dendriten nach meinen Beobachtungen aus dem Ruſse, der an dem brennenden Dochte aufſteigt. In der Flamme des Lichtes findet zwiſchen den beiden Drähten ein Ueberſtrömen der galvaniſch-electriſchen Materie ſtatt, weil der aufſteigende Ruſs ein wirklicher Leiter iſt, folglich eine Art von unvollkommner Kette bildet. Die galvaniſch-electriſche Materie bildet nun bei ihrem Ausſtrömen dendritenartige äſtige Strahlen; die an die Drähte ſich abſetzenden, oder durch dieſelben an ihrem Aufſteigen verhinderten, Ruſstheilchen hängen ſich aneinander an, und folgen auf ſolche Weiſe den Richtungen der ausſtrömenden Electricität, wodurch denn jene Dendriten gebildet werden. Daſs die meiſten derſelben ihre Richtung aufwärts nehmen, rührt wohl von dem Zuge der aufſteigenden Flamme her. Die ſchönſten und feinſten Dendritenäſte dauern nur eine kurze Zeit; ſie werden bald zuſammengedrückt, weil der Zug

der Flamme ihrem Ausbreiten entgegenſtrebt; es legt ſich immer mehr Ruſs an, und ſo werden denn jene lothrechten dicken Stämme gebildet, die immer zunehmen und endlich bloſs pyramidaliſche Ruſsmaſſen darſtellen.

Da ſich an die ſenkrecht gehaltnen Drähte der Ruſs nicht ſo leicht anlegt, als an die in horizontaler Lage befindlichen, weil nämlich der Ruſs hier bei ſeinem Aufſteigen Widerſtand findet, ſo entſtehen die Dendriten bei horizontaler Richtung der Drähte ſchneller und leichter, als in der ſenkrechten. Die mehr oder minder ſchleunige Bildung und Stärke der Dendriten ſcheint, bei vorausgeſetzter gleichförmiger Wirkung der Säule, wahrſcheinlich daher zu rühren, daſs die Flamme des Lichtes bald mehr, bald weniger Ruſs entwickelt, und daſs die erſte Anſetzung einiger Ruſstheilchen an die Drähte gewöhnlich die nächſte Veranlaſſung zur Entſtehung der Dendriten iſt; denn ſobald einmahl einige Aeſtchen zum Vorſcheine kommen, ſo wachſen ſolche mit Schnelligkeit fort, und bilden groſse Stämme. Dieſe *zufällige* Ruſsabſetzung mag auch wohl jene verſchiednen Abweichungen gemeiniglich veranlaſſen, welche bei der Entſtehung der Ruſsdendriten ſtatt haben.

Eine ziemlich ähnliche Art von Dendriten entſteht bei dem ſchmelzenden *Kampher* durch die Einwirkung der *gemeinen Electricität*. Man lege nämlich auf den Conductor einer Electriſirmaſchine von ziemlicher Stärke ein Stück Kampher, und zün-

de denſelben an. Wenn die Oberfläche hinlänglich erweicht iſt, ſo löſche man die Flamme aus, und ſetze zur nämlichen Zeit die Maſchine in Bewegung. Es werden ſogleich die ſchönſten weiſsen Kampherdendriten auf der ganzen Oberfläche deſſelben hervorwachſen, die oft zu einer Höhe von 6 bis 10 und mehrern Linien emporſchieſsen und dieſe Baumgeſtalt eine lange Zeit behalten. Dergleichen Kampherdendriten haben, was ihre Entſtehung und Geſtalt betrifft, mit jenen Ruſsdendriten die gröſste Aehnlichkeit, bis auf die Farbe.

Um für dieſe meine Vorſtellungsart noch mehr Gründe zu erhalten, ſteckte ich in ein Stück Kampher die beiden Drähte der obigen Voltaiſchen Säule, ſo daſs ſie einige Linien von einander abſtanden; hierauf ward der Kampher entzündet und nach einiger Zeit wieder ausgelöſcht. Ich ſah nun recht artige kleine Dendriten daraus hervorwachſen, die zwar nicht die Gröſse der durch eine Electriſirmaſchine entſtandnen erreichten, indeſſen doch beträchtlich gröſser waren, als jene, welche zuweilen als ein bartähnlicher Ueberzug auf dem erkaltenden Kampher, auch ohne Einwirkung der Electricität, entſtehn.

Davy's Verſuche über das *Verhalten der Voltaiſchen Säule in verſchiednen Gasarten*, (*Ann.*, IX, 1 u. f.,) habe ich gleichfalls wiederhohlt, und ähnliche Reſultate erhalten. Ich gebrauchte dazu eine Zink-Silber-Säule von 30 Lagen von gewöhnlicher Einrichtung. Die Tuchſcheiben wurden bloſs mit Waſſer be-

tet, wobei die Wirkung zwar weniger ſtark, aber doch zu meinem Zwecke hinreichend war. Die goldnen Drähte von den beiden Endplatten der Säule liefen durch dünne Glasröhrchen, welche die nöthigen Biegungen hatten. Ich brachte dieſe Säule in die pneumatiſche Wanne unter einen *mit Waſſer* gefüllten, hinlänglich geräumigen Glascylinder, und leitete die goldnen Drähte aus den Glasröhrchen hervor in eine aufserhalb der Wanne ſtehende Schale mit Waſſer. Die Gasentbindung nahm jetzt, da die Säule mit Waſſer umgeben war, bald ſehr merklich ab, und hörte endlich beinahe völlig auf. Als ich aber *atmoſphäriſche* Luft in den Cylinder treten lieſs, ſo fingen die Drähte ſchon nach einigen Minuten wieder an Gas zu geben, und ich erhielt dieſe Wirkung nach und nach faſt in der anfänglichen Stärke.

Nun wurde der Cylinder auf eine ähnliche Art mit *Stickſtoffgas* gefüllt und die Säule darunter gebracht. Es nahm ihre Wirkſamkeit nach kurzer Zeit ſehr ab, doch hörte die Gasentbindung nicht vollſtändig auf. Als ich *Sauerſtoffgas* hinzuliefs, entband ſich an den Drähten das Gas nach wenigen Minuten wieder ſtärker, und nahm in der Folge noch an Stärke zu. Faſt eben ſo verhielt ſich die Säule im *Waſſerſtoffgas*. Im *Sauerſtoffgas* war ihre Wirkſamkeit weit ſtärker, als im Stickſtoffgas, Waſſerſtoffgas und in der atmoſphäriſchen Luft, bei möglichſt gleichen Umſtänden.

Bei diesen Versuchen bemerkte ich im Sauerstoffgas, und auch in der atmosphärischen Luft, dass bei der Erzeugung der galvanischen Electricität das Volumen des Luftraums abnahm, und also wahrscheinlich das Sauerstoffgas zerlegt wurde, so, dass dieses Gas überhaupt, wenn es auch gleich nicht durchaus nothwendig ist, doch sehr zur Entstehung und der Stärke der galvanischen Electricität mitwirkt.

Ich werde zu einer andern Zeit diese Versuche unter dem Recipienten der Luftpumpe wiederholen. Hier findet dann keine Befeuchtung der Säule statt, man kann daher die Tuchscheiben mit Salzwasser befeuchten, und also stärkere Wirkungen erhalten.

X.

Oefen ohne Rauch
des Bürgers Thilorier in Paris. *)

Der Bürger Thilorier in Paris hat mehrere Apparate eingerichtet, um jeden brennbaren Körper *vollſtändig* zu verbrennen, indem er die Feuerſtätte ſo einrichtet, daſs die Flamme, ſtatt herauf, herabwärts geht, das Brennen von unten auf anfängt, und die Stoffe, die ſich beim Verbrennen verflüchtigen, gezwungen werden, durch den Brand hindurch zu ſtreichen, wobei kein Rauch und kein Ruſs ſtatt findet, ſondern bloſs ein Ausſtrömen von einem gänzlich unverbrennlichen Gas (und Waſſerdampf). Zugleich hat er geſucht, dieſe Vorrichtungen auf verſchiedne Heitzungsprozeſſe anzuwenden. Den vergangnen 18ten Floreal, (8ten Mai,) wies er dem Miniſter des Innern folgende vor:

Ein Feuerbecken, beſtimmt, um Waſſer in Töpferzeug zum Kochen zu bringen. Es wurden einige

*) Ausgezogen aus dem *Moniteur*, No. 263, 23 Prairial, An 10. Thilorier nennt zwar ſeine Apparate ſo nicht; daſs ſie aber im Grunde nichts anderes ſind, als Dalesme's und Jäftel's Ofen ohne Rauch, (*poële ſans fumée*,) von denen unter andern in den *Annalen*, VI, 230 f., umſtändlich die Rede geweſen iſt, erhellt aus der ganzen Beſchreibung. *d. H.*

glühende, und darüber andere Kohlen hineingelegt, die mit herabgehendem Luftzuge und niederwärts schlagender Flamme brannten. Als die obersten Kohlen glühten, setzte er einen Fayanceteller voll Wasser darüber. Das Wasser kam darin in kurzer Zeit zum Kochen, ohne dafs der Teller Schaden nahm.

Er legte in ein kleines Kamin von Eisenblech einige glühende Kohlen, und darüber gewöhnliche Steinkohlen. Diese geriethen in lebhaften Brand, ohne dafs sich im Zimmer der mindeste Geruch verbreitete. — Er brachte darauf in einen Ofen von seiner Erfindung, den er *Pyropan*, (Allesverbrenner,) nennt, 20 bis 25 Pfund Steinkohlen; sie verbrannten darin vollständig, ohne dafs am Ausgange der Röhre Rauch wahrzunehmen war.

Man kennt den unausstehlichen Geruch, den der gewöhnliche Badeofen, (*Cylindre à bains*,) aushaucht, und die häufigen Zufälle, die durch die Dämpfe, welche er verbreitet, veranlafst werden. Man brannte einen solchen gewöhnlichen Cylinder an. Der Bürger Thilorier setzte ihn darauf mit einer Vorrichtung in Verbindung, mittelst deren der Geruch auf der Stelle verschwand. Die Flamme wandte sich herabwärts, und die Produkte des Verbrennens kamen zu den beiden Armen oder Röhren des Cylinders geruchlos heraus. Die Hitze derselben und des unter dem Roste befindlichen Theils des Cylinders trug das ihrige dazu bei, das Wasser viel schneller zu erwärmen.

In einem Glasgefäfse voll Waſſer ſtand ein leeres Becherglas, das bis auf eine gewiſſe Höhe unter Waſſer erhalten wurde. In dieſes Glas ſetzte Thilorier einen ſeiner Apparate, der einige glühende Kohlen enthielt, und überdeckte dieſe mit andern Kohlen, bis ſie an das Niveau der Waſſerfläche grenzten. Sie entbrannten ſchnell und lebhaft, und nach einigen Minuten kochte das Waſſer in groſsen Blaſen, wobei wiederum die Kohle nicht den mindeſten Geruch verbreitete. — Hierbei nahm man die merkwürdige Erſcheinung wahr, daſs, während das Waſſer an der Oberfläche kochte, es am Boden des Gefäſses ſeine Temperatur nicht merklich verändert hatte, ſo daſs, wenn man die Hand hineintauchte, man plötzlich und ohne Zwiſchenſtufen aus der Siedehitze in eine kalte Temperatur, und umgekehrt, kam. Weil hier die Flamme durch das Waſſer ſichtbar iſt, ohne daſs man die durchſichtige Hülle wahrnimmt, die ſie vom Waſſer trennt, nennt Thilorier dieſen Apparat *Hydrophlogos*.

Er lieſs darauf eine eingegrabne Tonne mit Waſſer füllen, ſetzte eine ſchwimmende Büchſe hinein, und zündete die Kohlen in dieſer an. In 20 Minuten kam das Waſſer zum Kochen.

Zuletzt zündete er das *Phlofkop*, (*le phlofcope*,) an. Nach einigen Minuten füllte eine violette Flamme den Glascylinder. Er warf darauf verſchiedne Stoffe in den Brand, und dieſe veränderten die Farbe der Flamme. Man nahm in ihr zugleich alle

Farben des Prisma wahr, und zuletzt zeigte sich der Cylinder im herrlichsten Azurblau.

Die Versuche mit dem Phloskop werden am 15ten und 30sten jedes Monats von 12 bis 2 Uhr öffentlich wiederhohlt werden, beim Bürger Ange, in der Lampenmanufactur *Rue Saint-Avoye*.

XI.

Vorzüge des Kochens durch Dämpfe,

vom

Bürger Cadet-de-Vaux. *)

— — Warum führt man aber nicht den amerikanischen Kochtopf ein, auf den schon Parmentier aufmerksam machte? Er besteht aus einem kupfernen, verzinnten Kessel, mit Handhaben, und mit einem genau passenden Deckel, in welchem sich ein zweiter kleinerer Kessel aus Kupfer- oder verzinntem Eisenbleche befindet, der, gleich einem Durchschlage, durchlöchert ist, und auf drei kleinen angelötheten Füßen ruht. Beide Kessel stehn am Boden um 1 bis 2 Zoll, und ringsumher um ½ Zoll von einander ab. Ihr unterer Zwischenraum wird voll Wasser gegossen, und ihr Zwischenraum an den Seiten ist für die Dämpfe des kochenden

*) *Décade philosophique*, An 10, trimestre 2, pag. 210. d. H.

Wäſſers beſtimmt. Eine oder zwei ſenkrechte, gleichfalls durchlöcherte Platten theilen den innern Keſſel in zwei oder vier Abtheilungen, die für verſchiednerlei Gemüſe, welche man zugleich kochen will, z. B. für Spargel, Blumenkohl, Kartoffeln und Mohrrüben, beſtimmt ſind. Man findet dergleichen amerikaniſche Kochtöpfe in Paris von verſchiedner Gröſse zu Kauf.

Hat man den Boden voll Waſſer gegoſſen, und die Gemüſe hineingethan, ſo hängt man den Kochtopf über die Feuerſtätte ein. Das Waſſer kömmt ſchnell zum Kochen, da es nur wenige Kannen ſind, und die Dämpfe ziehn ſich dann von allen Seiten durch die Gemüſe. Sie wirken weit kräftiger als das kochende Waſſer, wenn man die Gemüſe darin ſchwimmen läſst, und alles wird hier weit ſchneller gar und bei weitem ſchmackhafter. Das Waſſer entzieht den Gemüſen, die darin ſchwimmend kochen, viel von ihrem Geſchmacke und Geruche; die Dämpfe extrahiren dagegen aus ihnen nichts, und wirken gerade ſo wie die glühende Aſche, in der bekanntlich, bei trockner Hitze, alles vorzüglich ſchmackhaft wird. Das durch Waſſerdampf gekochte Gemüſe wiegt weder mehr noch weniger wie zuvor. Dem ſo bereiteten Spargel gleicht kaum der gewöhnliche. Er iſt vollkommen gekocht und doch noch ſpröde, hat ſeinen vollen Geſchmack und eine dunklere Farbe. Ich bediene mich dieſes Kochtopfes ſeit langer Zeit in meiner Landwirthſchaft, und meine Schweine bekommen ſchmackhafteres

Wurzelwerk, als ich es auf den Tafeln der Reichen finde. Oft theilen wir uns darein mit ihnen.

Diese Art, die Gemüse zu kochen, erspart Zeit, Geräthschaften, Wasser und Feuer, erfordert weniger Raum als die gewöhnliche, und erhält den Gemüsen ihren ganzen Wohlgeschmack, den wir bei unsrer gewöhnlichen Kochart durch Würzen ersetzen müssen.

XII.

Vermuthete Identität des Telluriums und Spiefsglanzes,

aus einem Briefe aus Wien, den 30st. März 1802. *)

Major Tihavsky, der durch seine Widerlegung der Versuche Tondi's über die vorgebliche Reductibilität des Baryts, der Kalkerde und der Talkerde zu Metallkönigen den Chemikern bekannt ist, hat seinen ansehnlichen Vorrath von *Tellurium* und *Uranium* zu einer nochmahligen genauen Untersuchung dieser Metalle hergegeben.

Der *Tellurium-König*, den er nach Klaproth's Methode bereitet hat, wiegt mehrere Gran, und stimmt mit Spiefsglanz-König in den *physischen Merkmahlen* völlig überein, z. B. in Bruch, Farbe, Här-

*) Nicholson's *Journal* etc, 1802, No. 5, pag. 62, eingerückt von einem Correspondenten, der deshalb in Wien Nachfrage gehalten hatte. *d. H.*

te, ſpecifiſchem Gewichte. Auch das Oxyd deſſelben gleicht vollkommen dem *Antimonium diaphoreticum ablutum*, (durch Salpeter bereitetes und ausgelaugtes weiſses Spieſsglanz-Oxyd.) Es würde indeſs übereilt ſeyn, jetzt ſchon behaupten zu wollen, Tellurium ſey nichts anderes als Spieſsglanz, ohne die weitern Verſuche abzuwarten, mit welchen Major Tihavsky ſich jetzt beſchäftigt.

Nächſtens denkt Major Tihavsky mehrere Unzen *Uraniumoxyd* zu einem Könige von beträchtlicher Gröſse zu reduciren, den er gleichfalls zu Unterſuchungen über dieſes Metall beſtimmt.

Er und der Hauptmann von Leyteny ſind eben mit Einrichtung eines groſsen *magnetiſchen Apparats* beſchäftigt, um eine Reihe von Verſuchen über den Einfluſs einer magnetiſchen Säule auf das Waſſer zu unternehmen, und auszumachen, ob dieſes durch ſie wie durch die Voltaiſche Säule zerſetzt werde. *)

*) Verſuche, die Herr M. Lüdicke ſchon ziemlich im Groſsen ausgeführt hat, ohne eine Waſſerzerſetzung zu erhalten, die ſich dem Magnetismus zuſchreiben lieſse. (*Annalen*, IX, 375, XI, 175) *d. H.*

XIII.

Wahre Natur des Oisanits, (oder Thumersteins aus Dauphiné,)

von

VAUQUELIN. *)

Der Oisanit, oder *Anatase*, wie ihn Hauy nach den dünnen, sehr scharfen und hohen oktaedrischen Krystallen nennt, in welchen er vorkömmt, findet sich unweit Oisan in der Dauphiné von verschiednen Farben, weiss, blau, röthlich-braun und grünlich. Sein specifisches Gewicht ist 3,857, er hat etwas Metallisches in seinem Ansehn, leitet auch die Electricität, wurde aber bisher für eine Steinart, (*violetter Schörl*, *Glasschörl*, *Thumerstein*,) gehalten. Nach Vauquelin's neuester Untersuchung gehört er indess in die Klasse der *Metalle*, und ist nichts anderes als ein *Titanium-Oxyd*. Um dieses völlig zu bewähren, stellte Vauquelin vergleichende Versuche mit Oisanit und dem rothen Titanium-Oxyd, dem ehemahls sogenannten *rothen Schörl*, an, schmolz beide vor dem Löthrohre mit Borax zu einem Glase, behandelte beide mit Kali und mit Säuren, mit Galläpfel-Tinctur und dergleichen mehr. Immer zeigten sie vollkommen dasselbe Verhalten. „Es ist daher so gewiss bewiesen, als es sich

*) Im Auszuge aus den *Annales de Chimie*, tom. 42, p. 72. d. H.

nur durch chemiſche Mittel darthun läſst, daſs beide eine und dieſelbe Art von Stoff ſind, nämlich oxydirtes Titanium. — Indeſs laſſen ſich, nach Hauy, der Oiſanit und der Titan oder rothe Schörl nicht auf dieſelbe primitive Grundform zurückbringen. Iſt das wirklich der Fall, ſo müſsten ſie auch in ihren Beſtandtheilen verſchieden ſeyn. Allein der Titan enthält nichts fremdartiges, als nur höchſt wenig Kieſelerde, und dieſe findet ſich auch im Oiſanit. Habe ich gleich von letzterm eine zu geringe Menge gehabt, um mich vergewiſſern zu können, daſs er auſser Titanium-Oxyd keinen andern Stoff enthalte, ſo könnte er davon auf jeden Fall doch nur eine ſehr geringe Menge in ſich ſchlieſsen."

XIV.

Wahre Natur des Boracits,

von

VAUQUELIN. *)

Weſtrumb, der dieſe von Laſius im Lüneburger Gypsfelſen entdeckte mineraliſche Merkwürdigkeit zuerſt chemiſch unterſuchte, fand im Boracite in 100 Theilen folgende Beſtandtheile: *Talkerde* 13,5, *Kalkerde* 11, *Thonerde* 1, *Kieſelerde* 2, *Eiſenoxyd* 0,75, *Boraxſäure* 68 Theile.

*) *Journal de Phyſique*, t. 54, p. 318.

Vauquelin und Smith aus den nordamerikanischen Freistaaten fanden, als sie sehr durchsichtige Boracitkrystalle chemisch zerlegten, in ihnen *keine Kalkerde*, sondern blofs Talkerde. Sie schliefsen daraus, dafs die durchsichtigen Boracitkrystalle nichts anderes als *boraxsaure Talkerde* sind, und keine Kalkerde enthalten, und dafs die Kalkerde, welche sich in den undurchsichtigen Boraciten findet, kohlensauer, und der Masse blofs eingemengt ist, die sie eben deshalb undurchsichtig macht.

XV.

Identität des Lepidoliths und des Glimmers, nach ihren mineralogischen und chemischen Charakteren,

von

LOUIS CORDIER,
Ingen. des Mines. *)

Anfangs hielt man diesen Lepidolith für dichten Flufsspath, nachher für Zeolith, und machte ihn dann zu einer eignen Steinart, erst unter dem Namen: Lilalith, dann Lepidolith. Er findet sich mehrentheils derb, von abgesonderten kleinkörnigen

*) Aus einem umständlichen Aufsatze im *Journ. de Physique*, t. 54, p. 159 f. d. H.

Stücken, die im Bruche Blättchen von einem lebhaften halbmetallischen Glanze zeigen. Bisher hielt man sich lediglich an Merkmahle, welche auf der Zusammensetzung dieser Blättchen beruhten, und nicht an die Eigenschaften der einzelnen Blättchen. Werden diese isolirt, so zeigen sie folgende wesentliche Charaktere, in denen sie ganz mit Glimmer zusammenstimmen.

Sie sind unförmlich wie die Theilchen des Glimmers, wenn dieser, (was freilich selten ist,) derb und körnig vorkömmt, und nicht blos hellbläulich-violett, sondern auch, wie der Glimmer, hellröthlich und gräulich-braun. Sie sind, gleich den einzelnen Glimmertheilchen, sehr leicht zu zerbrechen; ihr Bruch ist ebenfalls eben und sehr blättrig, und die einzelnen kleinen Blättchen sind bei beiden gleich dünn, eben, biegsam, elastisch, durchscheinend und von halbem Metallglanze. Beide sind gleich hart, gleich schwer zu pulverisiren, ihr Staub ist gleich sanft anzufühlen, und ihr mittleres specifisches Gewicht ist dasselbe, nämlich das des Lepidoliths 2,816, das des Glimmers 2,799. Beide ertheilen dem Siegellacke im Reiben mit ihnen positive Electricität. Endlich schmilzt der Lepidolith leicht vorm Löthrohre zu einem durchscheinenden weissen Email, und einige Arten Glimmer, z. B. die Krystalle in den Dolomiten des St. Gotthards, sind fast noch schmelzbarer, und geben ein gleich durchscheinendes weisses oder graues Email.

Diese völlige Zusammenstimmung aller Charaktere setzt die Identität beider Steinarten ausser Zweifel, und die chemische Analyse widerspricht ihr nicht. Es erhielt nämlich:

	aus Glimmer	aus d. Lepidolith	
	Vauque-lin	Klap-roth	Vauque-lin
Kieselerde	50	54,5	54
Thonerde	35	38,25	20
Kalk- und Talkerde	2,68	—	—
Eisenoxyd	7	—	—
Eisenoxyd u. Talkerde	—	0,75	4
Kali	—	4	18
Flussaure Kalkerde	—	—	4
Verlust	5,32	2,5	—
	100	100	100

Ist gleich Vauquelin's Analyse des Lepidoliths, als die neuere, wahrscheinlich die genauere, so taugt sie doch nicht so gut zu einer Vergleichung mit der Analyse des Glimmers, (welche von Vauquelin zu einer Zeit gemacht ist, als man an den *Kaligehalt* der Mineralien noch nicht dachte, und nach ihm nicht forschte,) als die ältere, jener Zeit nähere Analyse des Lepidoliths von Klaproth. Hält man sich aber an diese, so fällt es in die Augen, dass Glimmer und Lepidolith, auch ihren Bestandtheilen nach, für dieselbe Steinart zu nehmen sind. In beiden kömmt Kiesel- und Thonerde in gleichem Verhältnisse vor; und sie sind es, die $\frac{8}{9}$ der Masse ausmachen und die Natur der Steinart eigentlich bestimmen. Eisenoxyd ist in den Steinarten mehr

ein zufälliger als wesentlicher Bestandtheil, und der Gehalt desselben variirt in einer und derselben Steinart oft noch mehr, als hier zwischen Glimmer und Lepidolith; auch findet man nicht leicht so reinen Glimmer als Lepidolith, der, ungeachtet seiner körnigen Textur, doch noch bei einer Dicke von 3 Linien durchscheinend bleibt. Den Kaligehalt des Lepidoliths fand auch Klaproth erst bei einer zweiten Analyse, indefs seine erste Analyse ihm einen ähnlichen Verlust gab, als Vauquelin in der Zerlegung des Glimmers hatte. Wahrscheinlich würde eine neue Zerlegung dieses letztern Fossils auch in ihm einen ansehnlichen Gehalt an Kali zeigen, wie das z. B. mit dem Feldspathe der Fall war, wo Vauquelin einen ähnlichen Verlust angiebt, der sich seitdem durch die Entdeckung des Kaligehalts des Feldspaths von 13 bis 14 Procent erklärt findet.

Da aus allem diesem folgt, dafs Glimmer und Lepidolith nur eine einzige Steinart ausmachen, so mufs man sie billig unter einem einzigen Namen zusammenfassen. Und da Glimmer das ältere Recht für sich hat, sollte man den Lepidolith hinfüro *körnigen Glimmer*, (*mica grenu*,) nennen.

XVI.

Fähigkeit aller Körper, Magnete zu werden,

entdeckt

von

Coulomb. *)

Coulomb hat im National-Institute eine intereſſante Abhandlung vorgeleſen, über die Fähigkeit aller Körper, organiſcher ſowohl als unorganiſcher, Magnetismus anzunehmen. Er hängt, nach ſeiner bekannten Art, irgend einen Körper, z. B. eine hölzerne Nadel, auf, und ſtellt an den beiden Enden der Nadel zwei ſtarke Magnete mit ihren entgegengeſetzten Polen einander gerade gegenüber. Dadurch erhält die Holznadel eine magnetiſche Kraft und Polarität. Daſſelbe findet mit allen übrigen Körpern ſtatt, wie er durch eine groſse Menge von Verſuchen beweiſt. Das Detail dieſer ſchönen Verſuche in einem der folgenden Hefte.

*) *Journal de Phyſique*, t. 54, p. 240. *d. H.*

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1802, SIEBENTES STÜCK.

I.

Ueber die Verbeſſerung des Flintglaſes für Fernröhre,

vom

Dr. J. F. Benzenberg
in Hamburg.

1. Die dioptriſchen Fernröhre haben zwei groſse Vorzüge vor den katoptriſchen. Sie ſind *erſtens* weniger vergänglich wie Spiegelteleſkope, und *zweitens* gehn weniger Strahlen beim Durchgehen des Lichts durch Glas verloren, als beim Zurückwerfen des Lichts. Die beſten Spiegel verlieren nach einigen Jahren die ſchöne Politur, welche ſie hatten, als ſie neu waren. Herſchel's 40füſsiger iſt ſchon jetzt, nachdem er 12 Jahr gebraucht worden, auſser Dienſt. — Nach den Verſuchen, die Herſchel über das Zurückwerfen der Lichtſtrahlen angeſtellt hat, gehen bei dem doppelten Zurückwerfen mehr wie die Hälfte der Strahlen verloren.

Von 100 kommen etwa 47 auf das Okular. Beim einfachen Zurückwerfen kommen 68 aufs Ocular. — Grofse Telefkope, bei denen man keinen Fangfpiegel braucht, und daher kein doppeltes Zurückwerfen hat, haben aus diefen Gründen einen doppelten Vorzug vor den kleinen.

2. Die dioptrifchen Fernröhre haben zwei Fehler. Der erfte rührt von der Geftalt der Gläfer her, der zweite von der Farbenzerlegung. — Diefen fchätzte Newton auf 5000 mahl gröfser, wie jenen; und da er nicht glaubte, dafs er zu heben fey, fo gab er den Spiegeltelefkopen den Vorzug, weil beim Zurückwerfen keine Farbenzerlegung ftatt findet.

3. Im Jahre 1753 fand John Dollond, dafs das Verhältnifs zwifchen dem Brechen der Lichtftrahlen und der Farbenzerftreuung in verfchiedenen Glasarten verfchieden fey; dafs das Flintglas z. B. die Farben viel ftärker zerftreue, als das Crownglas, obfchon beide beinahe das nämliche Brechungsvermögen haben.

4. Wenn man eine hohle und eine erhabene Linfe von einerlei Glasart fo zufammenfetzt, dafs die Lichtftrahlen durch beide gehen, fo werden, wenn die Linfen gleichen Halbmeffern zugehören, die Farben wieder vereinigt, aber auch die Lichtftrahlen wieder parallel; oder: fie vereinigen fich in einem Brennpunkte, der unendlich weit abliegt.

5. Hat die Hohllinſe die nämliche Brechungskraft, aber eine gröſsere Fähigkeit, die Farben zu zerſtreuen, ſo kann ſie einem viel gröſsern Halbmeſſer zugehören, und ſo die Farben wieder vereinigen, ohne die Strahlen wieder parallel zu machen. — Dieſes war beim Crown- und Flintglaſe der Fall. Die hohle Linſe war Flintglas und die erhabne Crownglas. Dollond machte auf dieſe Weiſe Fernröhre, welche alle andere, die man bis dahin gekannt hatte, übertrafen. Die gröſsten Mathematiker erſchöpften die Theorie der Geſtalt der Linſen für die verſchiedenen Verhältniſſe der Glasarten. Doch konnten die Künſtler dieſe tiefſinnigen Rechnungen wenig anwenden, da die Brechbarkeit und Farbenzerſtreuung des Glaſes ſo verſchieden ſind.

6. Dollond und ſeine Nachfolger machten keine achromatiſche Objective, deren Oeffnung über 4 Zoll ging. Die Fehler des Flintglaſes verhinderten, alle die Vortheile zu erreichen, die man ſich anfangs von dieſer Erfindung verſprochen hatte.

Das Flintglas wird zu den geſchliffenen Glaswaaren gebraucht, von denen man ein ſtarkes Feuer fordert, z. B. zu Kronleuchtern. Es nimmt eine ſehr ſchöne Politur an, und iſt äuſserſt hart und ſchwer. Es erhält dieſe Eigenſchaften durch einen ſtarken Zuſatz von Metallkalken, welche aber auch zugleich das Flintglas in einem hohen Grade ſtrengflüſſig machen. Daher iſt es ſchwer, gröſsere Stücke zu erhalten, die rein von Blaſen und Knoten

find. Hat der Glasschleifer auch endlich solche Stücke ausgefunden, so zeigen doch die Objectivlinsen, welche er daraus schleift, fast immer noch Streifen, welche von der verschiedenen Dichtigkeit des Glases herrühren. Er nimmt dieses nicht eher wahr, als bis das Glas fertig geschliffen und polirt, und mit dem Crownglase zusammengesetzt ist, und er nun das Auge in den Brennpunkt stellt. Man sieht sie, wenn man das Objectiv nach einem Lichte richtet, indem die Streifen, wegen ihrer grösern Dichtigkeit, die Strahlen wo anders hin brechen, als die Stellen, die zwischen den Streifen liegen. Auf diese Weise kann der Glasschleifer oft sechs und mehrere Objective von 4 Zoll schleifen, ehe er *eins* findet, welches keine Streifen hat und brauchbar ist.

7. Diese Fehler des Flintglases und die Abweichungen wegen der Kugelgestalt sind die Ursachen, warum man in Vergrösserung der dioptrischen Fernröhre nie so weit gegangen ist, wie mit den katoptrischen. Die Fehler wegen der Kugelgestalt finden zwar auch bei den sphärischen Spiegeln statt; allein man giebt den grosen Spiegeln eine parabolische Gestalt, obschon nicht durch Verfahren, wie sie die Theorie lehrt, sondern nur durch Uebung. Dass dieses bei Spiegeln möglich sey, beweisen Schort, Mudge, Herschel und Schröter. Was bei Spiegeln möglich ist, ist es auch bei Gläsern. Bei diesen ist es weniger schwierig. — Da man im doppelten Objective 4 brechende Flächen

hat, so lassen sich schon für sphärische Linsen die verschiedenen Halbmesser durch Rechnung so bestimmen, dass die Fehler wegen der Kugelgestalt gröstentheils wegfallen. Auch schleift sich Glas gleicher weg, wie Spiegelmetall, da es ein homogenerer Körper ist, wie dieses.

8. Hat man indess auch die Fehler wegen der Kugelgestalt vermieden, so müssen doch noch die Fehler des Flintglases aufgehoben werden, wenn man Fernröhre von recht grosen Oeffnungen erhalten will. — Wenn man das Verfahren sieht, wie auf den Glashütten die Glastafeln verfertigt werden, und man sich dabei der Streifen in einem geschliffenen Flintobjective erinnert, so ist es leicht, auf die Vermuthung zu kommen, dass diese Streifen nicht in der Natur des Glases, sondern in der Behandlungsart desselben liegen. Da das Flintglas so sehr strengflüssig ist, so kommt es bei den Temperaturen unsrer Glasöfen nie so in Fluss, dass das Ganze eine homogene Masse bildet, die überall die nämliche Dichtigkeit hat. Wenn der Hafen mit der Fritte lange genug der Glühhitze ausgesetzt ist, so setzt sich die dichtere schwerere Masse unten hin und die leichtere oben. Liese man in diesem Zustande die Masse erkalten, so würden die Theile von gleicher Dichtigkeit Zeit haben, sich zu vereinigen, und man erhielte einen Glaskegel, dessen horizontale Durchschnitte eine gleichförmige Dichtigkeit hätten.

9. Auf der Glashütte, (wo es für die merkantilische Bestimmung des Flintglases überflüssig ist, ob

es überall die nämliche Dichtigkeit hat oder nicht, rührt man dagegen die geschmolzene Fritte um, nimmt mit dem Blaserohre einen Klumpen heraus, bläst diesen zur Dutte, welche dann aufgeschnitten das Tafelglas giebt.

Dafs dieses Streifen hat, ist natürlich, und es mufs ein glückliches Zusammentreffen von mehrern Umständen statt finden, wenn man ein Stück finden soll, welches keine Streifen hat. Diese Umstände können ihren Grund in der guten Mischung der Fritte, in der höhern Temperatur, oder in dem Nicht-Umrühren der Masse haben. Wenn das Blaserohr in eine Schicht kommt, die ziemlich dick und homogen ist, so wird dieses ein Stück ohne Streifen geben. Dafs man aber nie grofse Stücke ohne Streifen findet, beweist, dafs diese Schichten nie sehr dick sind.

10. Um hiernach Flintglas zu erhalten, woraus grofse Objective mit kurzen Brennweiten geschliffen werden sollen, mufs man die Fritte des Flintglases in dem Hafen langsam erkalten lassen, nachdem man ihr einige Tage hindurch den gröfstmöglichen Grad von Hitze gegeben hat. Die gröfste Hitze, die bis zum Schmelzen des Hafens und des Ofens geht, setze ich auf 3 Tage, und das Abnehmen der Hitze, bis das Glas aufhört flüssig zu seyn, auf 5; dann das völlige Abkühlen noch auf 6 Tage. Hiernach dauerten die 3 Perioden des Glasmachens 14 Tage.

11. Läfst sich auf diese Weise wirklich ein streifenloses Flintglas erhalten, so kommt es ferner da-

auf an, die *vortheilhafteſte Compoſition der Fritte* zu unterſuchen. Je mehr Bleikalk und je weniger Potaſche hinzukommt, deſto ſtärker zerſtreut das Glas die Farben. Aber in demſelben Grade wird auch das Glas ſtrengflüſſiger, und man kommt hier auf ein Maximum, welches ſich nur durch Erfahrung beſtimmen läſst.

Iſt die vortheilhafteſte Compoſition gefunden, ſo muſs das Verhältniſs beſtimmt werden, nach welchem die Dichtigkeit im Glaskegel nach der Spitze hin zunimmt. Dieſes geſchähe am beſten mit kleinen Kegeln, aus denen Objective von 1 bis 2 Zoll geſchliffen werden.

Bei der Fritte des *Crownglaſes* wird viel Potaſche hinzugeſetzt; aber es darf nie ſo viel zugeſetzt werden, daſs es von den Säuren angegriffen wird. Vielleicht machte ein kleiner Zuſatz von Braunſtein es durchſichtiger, ohne daſs dadurch die Zerſtreuung der Farben ſtark vermehrt würde.

12. Iſt die vortheilhafteſte Compoſition für beide Glasarten gefunden, ſo iſt noch das Verhältniſs zu beſtimmen, in welchem ſie die Lichtſtrahlen brechen, und das Verhältniſs, worin ſie die Farben zerſtreuen. Hiernach wird die Berechnung der Brennweite und die der Schalen gemacht, in denen die Linſen geſchliffen werden.

Es iſt ein Vortheil, wenn man in den nämlichen Schalen die Linſen zu etlichen zwanzig Objectiven ſchleift, und dann durch Verſuche *die Linſen zuſammenſucht*, die den kleinſten Fehler wegen der

Abweichung und der Farbenzerſtreuung geben. Da die Beſtimmungen der Berechnungen nur immer ungefähr in der Ausübung zu erreichen ſind, ſo bedienen ſich die Künſtler, und vorzüglich die engliſchen, dieſer Methode mit Vortheil. Weil bei der nämlichen Zuſammenſetzung der Fritte die Verſchiedenheiten der gleich geſchliffnen Linſen zwiſchen ſehr enge Grenzen fallen, ſo laſſen ſich bald diejenigen auffinden, die ſich völlig compenſiren. Dieſes wird noch dadurch erleichtert, wenn man die Flintgläſer in der Ordnung auf einander folgen läſst, wie ſie aus dem Glaskegel geſchnitten ſind.

3. Das Schneiden und Schleifen der Gläſer geſchieht mit einem Mechanismus, der durch Waſſer oder Thiere getrieben wird. In Holland ſchleift man auf dieſe Weiſe die groſsen Linſen von 8 Zoll, welche bei den optiſchen Spielereien gebraucht werden, in Schalen von 2 bis 3 Fuſs, die mit einem Pferde getrieben werden. — Das Poliren geſchieht nachher aus freier Hand.

Durch dieſen Mechanismus werden die Holländer in den Stand geſetzt, dieſe Gläſer äuſserſt wohlfeil zu liefern. Eine Linſe von 8 Zoll Oeffnung koſtet nur 1 bis 2 Gulden. Linſen, aus denen man Objective zuſammenſetzt, müſſen freilich mit einer gröſsern Sorgfalt geſchliffen und polirt werden, wie dieſe, aber ſie können, wenn ein Künſtler einmahl dazu eingerichtet iſt, bei weitem ſo theuer nicht werden, wie ſie jetzt bezahlt werden. Ein Objectiv von Ramsden von 4 Zoll Oeffnung wurde

in London mit 30 Pfund Sterling bezahlt. Auch würden sie wohlfeiler wie die Teleskope werden. Das 12füfsige von Herschel, welches die Göttinger Sternwarte besitzt, kostet über 1100 Rthlr. Ein Objectiv von 6 Zoll Oeffnung würde eben so viel leisten, wie dieses Teleskop, und keine 300 Rthlr. kosten. Nach einem beiläufigen Ueberschlage würde ein Objectiv von 10 Zoll so viel leisten, wie das 27füfsige Teleskop in Lilienthal; und eins von 18 Zoll so viel wie das 40füfsige von Herschel.

Wenn einmahl ein Mann geboren wird, der mit der nämlichen Beharrlichkeit und mit dem nämlichen Talente sich der Verbesserung der Objective widmet, mit der Herschel sich der Spiegel annahm, dann werden wir Objective von 1 bis 2 Fufs Oeffnung erhalten, deren Brennweite nicht gröfser wie 12 bis 20 Fufs ist, und es geht dann vielleicht in Erfüllung, was Herschel einmahl weifsagte: „Es wird eine Zeit kommen, da man Fernröhre „haben wird, die das Verhältnifs zum 40füfsigen ha„ben, welches dieses zu einem Taschenperspektive „von Dollond hat.“

Hamburg am 20sten Januar 1802.

ANHANG.

Aus einem Briefe des Herrn Dr. BENZENBERG *an den Herausgeber.*

Hamburg den 12ten Mai 1802.

— — Von der *Verbeſſerung des Flintglaſes* nach meinen Vorſchlägen verſpreche ich mir für die Optik und die Aſtronomie ſehr viel. Es iſt eine rechte Noth für die Künſtler, das gewöhnliche Flintglas zu ſchleifen. Ich habe dieſes im verwichenen Winter bei Hrn. Repſold geſehen, als dieſer das Objectiv zu ſeinem 8füſsigen Paſſage-Inſtrumente ſchliff. (*Ann.*, IX, 373.) Nachdem er 14 Tage lang mit der gröſsten Geduld geſchliffen und polirt hatte, nachdem 2 oder 3 Objective geſprungen waren, und er nun endlich eins fertig hatte, da zeigte es Streifen. Das Glas war äuſserſt ſchön; man konnte mit bloſsen Augen nicht das geringſte daran ſehen, als es aber mit dem Crownglaſe zuſammengeſetzt und nach einem Lichte gerichtet wurde, war es, als wenn es mit einem dichten Netze überzogen wäre.

Bei kleinen Objectiven thun ein Paar Streifen ſo viel nicht; aber groſse werden dadurch ganz verdorben. Ich beſitze ein Taſchenperſpektiv von $1\frac{3}{4}$ Zoll Oeffnung, von Linell in London, welches auch ein Paar Streifen hat, die man aber nur dann erſt ſieht, wenn man die Oculare herausnimmt und das Auge in den Brennpunkt ſtellt. Dieſes iſt eine ſehr ſichere und ſehr einfache Probe. Ich kann nicht finden, daſs dieſe Streifen der Deutlichkeit

viel ſchaden. Es erträgt 6omahlige cöleſtiſche Vergröſserung, zeigt die Jupitersſtreifen, den Ring des Saturns und den ſechsten Trabanten.

Was Rochon in den Annalen, (IV, 306,) über das Ausſchleifen der Streifen ſagt, finde ich ſchlechterdings unbegreiflich. Ich zweifle auch, ob damit je ein Objectiv iſt verbeſſert worden. Auch traue ich ihm nur wenig. Nach dem zu urtheilen, was von ihm in den Annalen, (IV, 282 f.,) ſteht, ſcheint er ein etwas eitler Declamator zu ſeyn, der alles zuerſt will erfunden haben.

Herr Repſold hat nach England um einen Flintglaskegel geſchrieben. Auf den engl. Glashütten wollten ſie keinen unter 1000 Pfund, (mit dem Hafen,) einſetzen, und der würde mit der Fracht bis hierher an 900 Mark Hamb. kommen. Jetzt hat er ſich wieder eine neue Gattung von Tafelflintglas in England beſtellt. Der Himmel gebe, daſs ein Stück von 4 Zoll dabei iſt, welches keine Streifen hat.

II.

BESTIMMUNG

des Antheils an wahrer Säure in den drei ältern mineralischen Säuren und ihren Neutralsalzen,

von

RICHARD KIRWAN, Esq., LL. D., F. R. S. *)

Die Hauptversuche, auf welche sich diese Bestimmungen gründen, sind dieselben, die Kirwan 1791 im vierten Bande der Schriften der Dubliner Akademie mitgetheilt, und daraus Herr v. Crell in seine chemischen Annalen übergetragen hat. **)

*) Bearbeitet nach einem von Nicholson seinem *Journ. of nat. phil.*, Vol. 3, p. 210 f., eingerückten Auszuge aus einem weitläufigen Aufsatze Kirwan's, der für den neuesten Band der *Transactions of the Irish Academie* bestimmt war. Da dieser Auszug zu kurz und ungenügend war, und die versprochne Fortsetzung desselben, die den Gebrauch der Tafeln und einzelne Bemerkungen enthalten sollte, nicht erschienen ist; so habe ich ihn mit Hülfe des frühern Aufsatzes von Kirwan, so weit es möglich war, hier zu erläutern und zu vervollständigen gesucht. Ein umständlicheres Detail würde auch ausserdem für diese Zeitschrift unzweckmäßig gewesen seyn. *d. H.*

**) Ueber die Stärke der Säuren und das Verhältniss der Bestandtheile in Neutralsalzen von Kirwan, übersetzt von C. v. Crell. *Chemische*

Er hatte auf sie während zehn Jahre den gröſsten Theil seiner Muſse verwandt; *) da er aber, theils mit der Art, wie er die Resultate dort aufgefaſst hatte, theils mit manchen einzelnen Bestimmungen nicht mehr zufrieden ist, so schmolz er sie aufs neue in gegenwärtige Abhandlung um.

Einmahl hatte er damahls die Säuren in ihrem concentrirtesten Zustande, (die Schwefelsäure beim spec. Gewichte 2, die Salpetersäure beim spec. Gewichte 1,5543, die Salzsäure beim spec. Gewichte 1,5,) zur Einheit genommen, und in seinen Tabellen für alle specifischen Gewichte der minder concentrirten Säuren den Antheil derselben an dieser Maafssäure und an Wasser angegeben. **) Schon

Annalen, J. 1792, B. 2, S. 326, 405, und J. 1793, B. 1, S. 56, 113. *d. H.*

*) Seine frühesten Untersuchungen über das specifische Gewicht und die Anziehungskraft verschiedner salziger Stoffe finden sich in den *Philos. Transact. for* 1781, 82, 83 abgedruckt, und im ersten Bande von Kirwan's Schriften übersetzt. *d. H.*

**) „In einer Temperatur von 60° Fahr. konnte ich," sagt Kirwan in diesem frühern Aufsatze, „*Schwefelsäure* vom spec. Gew. 2 weder bereiten noch erhalten. In kalten Klimaten wird diese Säure sehr häufig bereitet; (?) und da sie die stärkste ist, oder der stärksten sehr nahe kommt, die man durch die Kunst erhalten kann, so nehme ich sie zum Maafsstabe der Stärke, bediente mich aber bei meinen Versuchen der schwächern von 1,8846 bis 1,75 spec. Gew." Die concentrir-

damahls fand er indefs, dafs einige der Neutralfalze diefe Säuren in einem noch mehr concentrirten Zuftande enthalten, daher es in der That nicht zweckmäfsig war, alles nach jenem zur Einheit angenommenen Zuftande der Säure, und nicht nach diefem reinften anzugeben. In der gröfsten bis jetzt bekannten Stärke kommt die Schwefelfäure im *fchwefelfauren Kali*, die Salpeterfäure im *falpeterfauren Natron*, und die Salzfäure im *falzfauren Kali* vor, wie aus den Verfuchen in Kirwan's früherer Abhandlung erhellt. Die Säuren in diefer Stärke nennt er *wahre* Säuren, indem fie, fo viel wir bis jetzt

teite *Salpeterfäure*, die Kirwan erhalten konnte, war gelblich-roth, ganz aufserordentlich flüchtig, und hatte bei 60° F. Temperatur das fpec. Gewicht 1,5543; er bediente fich der blafsgelben von 1,4699 fpec. Gewicht. Vom *falzfauren Gas*, wovon bei 57° F. und 29,6″ Barometerftand 100 Kubikzoll 60 Gran wogen, wurden bei 49° F. und dem vorigen Barometerftande 10 Gran von 10 Gran Waffer verfchluckt. Beide vereinigten fich zu liquider Salzfäure, deren Volumen dem von 13,3 Gran Waffer gleich war, deren fpec. Gewicht mithin $\frac{10}{13,3} = 1,5$ betrug. Diefe Salzfäure nimmt Kirwan zur Maafsfäure, und rechnet, dafs die reinfte Salzfäure, wie fie im Gas vorhanden ift, im concentrirten Zuftande das fpec. Gewicht 3,03 haben würde. Die ftärkfte Salzfäure, die er leicht aufbewahren konnte, ift von 1,196 fpec. Gewicht. *d. H.*

wiſſen, entweder ganz waſſerfrei ſind, oder doch höchſtens nur ſo viel Waſſer enthalten, als zu ihrem Weſen unumgänglich gehört. Statt der zuvor zur Einheit angenommnen Maafsſäuren dienen ihm jetzt dieſe *wahren Säuren*, und auf ſie reducirt er jetzt alle Tabellen der frühern Abhandlung. *)

*) Die Art, wie Kirwan das Verhältniſs dieſer ſogenannten *wahren Säuren* zu den Säuren im concentrirteſten Zuſtande, wie wir ſie für ſich darſtellen können, (ſeinen *Maafsſäuren*) beſtimmt, iſt folgende. Er löſte das reinſte ſtark durchgeglühte *Kali* in noch einmahl ſo viel deſtillirtem Waſſer auf, nahm davon 360 Gran, (die folglich 120 Gran kohlenſaures Kali enthielten,) und ſättigte ſie mit ſorgfältig gereinigter *Schwefelſäure* vom ſpecifiſchen Gewichte 1,565, die folglich, (nach ſeinen weiterhin anzuführenden Verſuchen,) 0,61 von der Maafsſäure, (vom ſpec. Gewichte 2,) enthielt. Zu dieſem Sättigen wurden 130 Gran Säure erfordert, die folglich 79 Gr. der Maafsſäure enthielt. Dabei wurden 34 Gran kohlenſaures Gas ausgetrieben; mithin waren in der Auflöſung 120 — 34, oder 86 Gran Kali. Dieſe Auflöſung wurde nun ſo lange mit Waſſer verdünnt, bis ihr ſpec. Gewicht bei 60° F. Temperatur bis auf 1,013 hinabkam. Das zugeſetzte Waſſer wog 3238, mithin das Ganze 360 + 130 — 34 + 3238 = 3694 Gran. — Um flüſſiges ſchwefelſaures Kali von demſelben ſpec. Gewichte bei 60° F. zu erhalten, muſsten zu 45 Gran ſchwefelſaurem Kali 1017 Gr. deſtillirtes Waſſer zugeſetzt werden. Da nun in dieſen beiden Auf-

Zweitens bedurften mehrere einzelne Bestimmungen einer Verbesserung, Erläuterung oder Be-

stäti-

lösungen von gleichem spec. Gewichte nothwendig der Salzgehalt gleich seyn mufste, dieser aber in letzterer 0,04237 beträgt; so mufste er in ersterer auf 0,0424 . 3694 = 156,52 Gran steigen. Von diesem Antheile an Salz machte das Kali 86 Gran aus, es blieben folglich für die Schwefelsäure 70,5 Gran übrig. Aber von der Maafssäure waren darin 79 Gran. Diese konnten also nur 70,5 Gran *wahrer* Säure und mufsten das übrige (8,5) an Wasser enthalten, woraus folgt, dafs in 100 Gran der Maafssäure, d. i. der concentrirtesten Schwefelsäure vom spec. Gewichte 2, nur 89,25 *wahrer Säure* und 10,72 Gran Wasser, so wie in 100 Theilen schwefelsaurem Kali 54,8 Theile Kali und 45,2 Theile wahrer Säure enthalten seyn müssen.

Eben so löste Kirwan von trocknem, mildem, stark durchgeglühten *Natron* 50,05 Gran in 316,95 Gran destillirten Wassers auf. Um dieses zu sättigen, wurden 147 Gran *Salpetersäure* von 1,2754 spec. Gewicht erfordert, die nach den weiterhin folgenden Bestimmungen 0,457 Theile, mithin 67,18 Gran der zur Einheit angenommnen concentrirtesten Salpetersäure vom spec. Gewichte 1,5543 enthalten mufsten, wofür indefs Kirwan nur 66,7 Gran rechnet, ohne dafür den Grund anzugeben. Ich bleibe dabei, da doch die ganze Rechnung, wie man leicht sieht, nicht Anspruch auf gar grofse Genauigkeit machen kann. Beim Auflösen entwickelten sich 14 Gran kohlensaures Gas; bleiben 36,05 Gran Natron. Nachdem 939 Gran Wasser zugesetzt waren, betrug das spec.

Ge-

ſättigung, durch Vergleichung derſelben mit den neuern ſeit 1791 bekannt gewordnen Verſuchen der

Gewicht 1,0401, wobei die Auflöſung, (= 36,05 + 316,95 + 147 + 939 = 1439 Gran,) 0,05916 Antheil an Salz enthalten mufste, da umgekehrt ſo viel ſalpeterſaures Natron deſtillirtem Waſſer zuzuſetzen war, um deſſen ſpecifiſches Gewicht bis auf 1,0401 zu erhöhen. Von dieſen 1439 . 0,05916 = 85,142 Gran Salz betrug das Natron 36,05; bleiben für die Salpeterſäure 49,09 Gran. Da aber von der Maafsſäure, nach Kirwan's Beſtimmung, 66,7 Gran in der Auflöſung waren; ſo müſſen dieſe nur 49,09 Gran *wahrer Säure* und 17,6 Gran Waſſer, mithin die Maafsſäure in 100 Theilen nur 73,54 Theile wahrer Säure enthalten haben.

Um 120 Gran mildes durchgeglühtes *Kali*, das in 758 Gran Waſſer verdünnt war, mit *Salzſäure* vom ſpec. Gewichte 1,1466, (die daher 0,37 von der Maafsſäure vom ſpec. Gewichte 1,5 enthielt,) zu ſättigen, wurden 254 Gran dieſer Säure, (mithin 91,71 Gran der Maafsſäure,) erfordert. Dabei entwichen 34 Gran kohlenſaures Gas, ſo daſs der Antheil an Kali 86 Gran betrug. Das Ganze wog nun 1098 Gran, und um liquides ſalzſaures Kali zu erhalten, das bei gleicher Temperatur, (56° F.,) ein gleiches ſpec. Gewicht, (1,076,) hatte, mufsten zu 100 Gran ſalzſaurem Kali 720 Gran Waſſer gegoſſen werden. Folglich enthielt die Auflöſung 0,122 . 1098 oder 133,9 Gran Salz; und da das Kali davon 86 Gran betrug, nur 47,9 Gran *wahrer Säure*. Dieſe waren in 91,71 Gran Maafsſäure enthalten; folglich mufsten 100 Theile der Maafs-

vorzüglichſten Chemiker. Als er den vorigen Aufſatz ſchrieb, gab es, zur Vergleichung mit den ſei-

ſäure aus 51,6 Theilen *wahrer Säure* und 48,4 Theilen Waſſer beſtehn.

Auf ähnliche Art beſtimmte Kirwan den Antheil aller übrigen Neutralſalze, die in den folgenden Tabellen vorkommen, an Säure, und ſo zeigte ſich, daſs die drei ältern mineraliſchen Säuren nirgends waſſerfreier als in den drei hier erwähnten Neutralſalzen vorkommen. Kirwan hält ſie hier für völlig waſſerfrei. In der That verliert auch das ſchwefelſaure Kali in einer Hitze unter dem Glühen nichts von ſeinem Gewichte, und nach einem Glühen von einer halben Stunde nur 0,01, wobei es zu Pulver zerfallen war. Vergleiche Crell's *chemiſche Annalen*, 1793, I, 116, wo Kirwan ſagt: „Waſſer mag vielleicht zum Weſen der ſauren Eigenſchaften aller Säuren gehören, was bei einigen gewiſs der Fall iſt. Allein zum Weſen dieſer Säuren iſt die Waſſermenge, welche in den Maaſsſäuren, dieſen Verſuchen zu Folge, noch enthalten iſt, (10,71 in der Schwefelſäure, 26,46 in der Salpeterſäure und 48,5 in der Salzſäure,) überflüſſig, da ſie, wie wir ſahen, auch ohne dieſes Waſſer, in den angeführten Salzen exiſtiren." — Vielleicht, daſs dieſe Säuren nicht ohne einen gewiſſen Antheil an Waſſer den Zuſtand der liquiden Flüſſigkeit annehmen können, und daher nur im feſten Zuſtande, an Salze gebunden, in ihrer gröſsten Dichtigkeit vorkommen; und das wäre der Zuſtand, in welchem Kirwan ſie *wahre Säuren* nennt. Da, nach Henry's Wahrnehmung, die

nigen, faſt keine andern Verſuche, als die Bergmann's und Wenzel's, der einzigen Chemiker, die ſich mit dieſen Unterſuchungen umſtändlich beſchäftigt hatten. Für jede bedeutende Abweichung ihrer Reſultate von den ſeinigen gab er dort den genügenden Grund, und was er dort entwickelte, wiederhohlt er hier nicht weiter. Dafür macht er aber hier auf eine, noch von niemand gerügte Quelle vieler Irrthümer in der Verfahrungsart dieſer beiden Chemiker, aufmerkſam, nämlich auf den Verluſt, den manche Neutralſalze beim Verdunſten leiden; ein nicht unbeträchtlicher Verluſt, der bei dieſen Unterſuchungen eben ſo wenig als bei der Manipulation in manchen Fabriken, beſonders bei der Salpeterfabrication, überſehen werden darf, und den auch ſchon Lavoiſier, (*Annales de Chimie*, t. 15, p. 254,) berührt. — Ferner entbindet ſich beim Auflöſen kohlenſaurer Alkalien oder Erden in Säuren zwar bei weitem der gröſste Theil Kohlenſäure; doch bleibt häufig ein kleiner Antheil zurück, und auch dieſer kann Einfluſs auf die ſpe-

Gasarten ſich durch electriſche Schläge völlig waſſerfrei machen laſſen, (*Annalen*, 1801, VII, 276,) ſo wäre es intereſſant, zu verſuchen, ob nicht vielleicht auch dieſe drei Säuren in ihrem concentrirteſten liquiden Zuſtande, durch fortgeſetztes Electriſiren, ohne zerſetzt zu werden, (vergleiche *Annalen*, IX, 444, Verſ. 3,) ſich dem Zuſtande, den Kirwan *wahre Säure* nennt, nähern lieſsen. *d. H.*

cifischen Gewichte der Neutralsalze haben: ein Umstand, den schon Cavendish, (*Philos. Transact.* f. 1766, p. 172,) Bergmann, Scheele, (*Annal. de Chimie*, 1786, p. 13,) und Butini, (über die Bittererde, S. 149,) erwähnen, auf den Kirwan aber erst ganz vor kurzem aufmerksam wurde. — Diese und ähnliche Bemerkungen über seine, Bergmann's, Wenzel's und andrer Chemiker hierher gehörige Versuche, machen gewiss einen wichtigen Theil dieser Abhandlung aus, gehören aber mehr für ein chemisches Journal, als in diesen Auszug, worin es mehr auf Mittheilung der Kirwanschen Tafeln und Erklärung ihrer Construction und ihres Gebrauchs abgesehen ist.

Ueber den Nutzen derselben kann jetzt nur Eine Stimme seyn, da die trefflichsten Chemiker bei manchen ihrer Analysen zu ihnen ihre Zuflucht nahmen. „Untersuchungen dieser Art", sagt Fourcroy, (*Ann. de Chimie*, t. 10, p. 325,) „sind schwieriger und feiner als alle bisherigen über die Salze. Wo es auf eine genaue Kenntniss von Quantität und Verhältnisse ankömmt, stösst man überall auf die grössten Schwierigkeiten, die nicht selten unübersteigbar scheinen. Und doch kann die Chemie jetzt ohne diese Kenntniss keine beträchtlichen Fortschritte machen."

I. *Veränderung der ſpecifiſchen Gewichte der drei ältern mineraliſchen Säuren*, (in verſchiednen Graden der Stärke,) *mit der Temperatur, nach Kirwan's Verſuchen.*

Temperatur Fahrenh.	Schwefelſäure. Specifiſche Gewichte. erſte Säure.	zweite Säure.	dritte Säure.
70°	1,8292	1,6969	1,3145
65°	1,8317	1,6983	1,3866
60°	1,8360	1,7005	1,3888
55°	1,8383	1,7037	1,3898
50°	1,8403	1,7062	— —
49°	1,8403		1,3926
Alſo Veränderung des ſpec. Gewichts f. 1° Fahr. Temperatur			
von 60° — 70° F.	0,00068	0,00036	0,00043
von 60° — 50° F.	0,00043	0,00057	0,00034

Temperatur Fahrenh.	Salpeterſäure. Specifiſche Gewichte. erſte Säure.	zweite Säure.	dritte Säure.
70°	1,4178	1,2320	49° 1,4653
65°	1,4225	1,2342	34° 1,4750
60°	1,4279	1,2363	macht f. 1°
55°	1,4304	1,2384	0,0096 Veränderung.
50°	1,4336	1,2406	
45°	1,4357	1,2417	vierte Säure.
Alſo Veränderung des ſpec. Gewichts f. 1° Fahr. Temperatur			80° 1,4302 46° 1,4587 30° 1,4750
von 60° — 70° F.	0,00101	0,00043	
von 60° — 45° F.	0,00052	0,00036	

Man kann hiernach für farbenloſe *Salpeterſäure*, deren ſpec. Gewicht bei 60° F. zwiſchen 1,3 und 1,4

liegt, für 1° F. Temperaturveränderung von 60° bis 70° 0,0003, und von 60° bis 44° 0,0004 Veränderung im ſpec. Gewichte rechnen. Der *ſtärkſte Salpetergeiſt* dehnt ſich für gleiche Zunahme der Temperatur, Kirwan's frühern Verſuchen zu Folge, ſtärker aus.

Salzſäure, deren ſpec. Gewicht bey 33° F. 1,196 war, hatte bei 66° Temperatur ein ſpec. Gewicht von 1,1820; macht für 1° F. eine Veränderung von 0,00042. Die Veränderungen ſpecifiſch leichterer Salzſäure wurden nicht unterſucht, doch iſt ſie beträchtlicher, als die der Schwefelſäure und der Salpeterſäure bei gleicher Stärke und gleicher Temperaturveränderung.

II. *Antheil an wahrer Säure in den verdünnten Säuren, nach Verschiedenheit der Dichtigkeit, bei 60° F. Temperatur.*

Schwefelsäure.

100 Theile Säure v. Sp. Gew.	enthalten wahre Säure.	100 Theile Säure v. Sp. Gew.	enthalten wahre Säure.	100 Theile Säure v. Sp. Gew.	enthalten wahre Säure.
2	89,29 Th.	1,6217	59,82	1,3056	32,14
1,9859	88,39	122	58,93	1,2951	31,25
719	87,50	1,6027	58,03	847	30,35
579	86,61	1,5932	57,14	757	29,46
439	85,71	840	56,25	668	28,57
299	84,82	748	55,36 +	589	27,68 +
168	83,93	656	54,46	510	26,78
1,9041	83,04 +	564	53,57	415	25,89
1,8914	82,14	473	52,68	320	25
787	81,25	385	51,78	210	24,10
660	80,36	292	50,89	101	23,21
542	79,46	202	50,00	1,2009	22,32
424	78,57	112	49,11 +	1,1918	21,43 +
306	77,68	1,5022	48,21	836	20,53
188	76,79 +	1,4933	47,12	746	19,64
1,8070	75,89	844	46,43	678	18,75
1,7959	75	755	45,53	614	17,85
849	74,11	666	44,64	531	16,96
738	73,22	427	43,75	398	16,07
629	72,32	189	42,86 +	309	15,18 +
519	71,43	099	41,96	208	14,28
416	70,54	1,4010	41,07	139	13,39
312	69,64	1,3875	40,18	1,1011	12,50
208	68,75	768	39,28	1,0955	11,60
104	67,86	663	38,39	896	10,71
1,7000	66,96	586	37,50	833	9,80
1,6899	66,07	473	36,60	780	8,93 +
800	65,18	360	35,71	725	8,03
701	64,28	254	34,82	666	7,14
602	63,39	149	33,93	610	6,25
503	62,50	102	33,03	555	5,35
407	61,61			492	4,16
313	60,71			450	3,57
				396	2,67
				1,0343	1,78

Salpeterſäure.

100 Theile Säure v. ſp. Gew.	enthalten wahre Säure.	100 Theile Säure v. ſp. Gew.	enthalten wahre Säure.
1,5443	73,54	1,3364	41,91
295	69,86	315	41,18
183	69,12	264	40,44
1,5070	68,39	212	39,71
1,4957	67,65	160	38,97
844	66,92	108	38,34
731	66,18	056	37,50
719	65,45	1,3004	36,77
707	64,71	1,2911	36,03
695	63,98+	811	35,30+
683	63,24	795	34,56
671	62,51	779	33,82
640	61,77	687	33,09
611	61,03	586	32,35
582	60,03	500	31,61
553	59,56	464	30,88
524	58,83	419	30,15
471	58,09	374	29,41
422	57,36	291	28,68
373	56,62	209	27,94
324	55,89	180	27,21+
275	55,15	151	26,47
223	54,12+	033	25,74+
171	53,68	1,2045	25
120	52,94	1,1963	24,26
069	52,21	911	23,53
1,4018	51,47	845	22,79
1,3975	50,74	779	22,06
925	50,00	704	21,32
875	49,27	639	20,59
825	48,53	581	19,85
775	47,80	524	19,12
721	47,06	421	18,48
671	46,33	319	17,65+
621	45,59	284	16,91
571	44,86+	241	16,17
521	44,12	165	15,44
468	43,38	111	14,70
417	42,65	1,1040	13,27

Salzſäure.

100 Theile Säure v. ſp. Gew.	enthalten wahre Säure.
1,196	25,28
91	24,76
87	24,25
83	23,73
79	23,22
75	22,70
71	22,18
67	21,67
63	21,15
59	20,64
55	20,12
51	19,60
47	19,09
414	18,57
396	18,06
338	17,54
320	17,02
282	16,51
244	15,99
206	15,48
168	14,96
120	14,44
078	13,99
1,1036	13,41
1,0984	12,90
942	12,38
910	11,86
868	11,35
826	10,83
784	10,32
742	9,80
630	8,25
345	5,16
1,0169	2,58

Die Zahlen unter dem Striche in den Tabellen für die Schwefelsäure und für die Salpetersäure gründen sich nicht, wie die übrigen, auf Versuche, sondern sind blofs aus den 4 nächst vorhergehenden Zahlen, diesen analog bestimmt, und daher nur für Annäherungen zu nehmen.

Uebrigens sind die Zahlen aller drei Tabellen aus denen in Kirwan's voriger Abhandlung, (*Transact. of the Irish Ac.*, Vol. 4; Crell's *chem. Annal.*, 1797, II, 329 f.,) in so weit entlehnt, dafs die dortigen Angaben in Theilen der *Maafssäuren* bei der Schwefelsäure mit 0,8929, bei der Salpetersäure mit 0,7354, und bei der Salzsäure mit 0,516 multiplicirt sind, um sie in Theilen *wahrer Säure* zu erhalten. Die Art, wie Kirwan bei Auffindung derselben verfahren ist, beschreibt er am angeführten Orte, im Wesentlichen, wie folgt: „Guyton machte mich zuerst darauf aufmerksam, dafs die Zunahme der Dichtigkeit bei Mischungen von Säuren mit Wasser, nicht, wie ich angenommen hatte, der Verdichtung der Säure, sondern vielmehr *dem Condensiren des Wassers* zuzuschreiben sey; eine Bemerkung, deren Richtigkeit mir einleuchtete, die aber zugleich die Resultate meiner frühern Berechnungen umwarf. *) Indefs war ich

*) Sie bestärkt noch mehr, wenigstens durch analoges Verhalten bei Mischungen von Wasser mit Kochsalz und Weingeist, der interessante Aufsatz des Hrn. Obergradirmeisters Schönbach im vorigen Hefte. *d. H.*

um eine fehlerfreie Berechnungsart sehr verlegen, bis ich Pouget's merkwürdigen Brief erhielt, den man in den *Philos. Transact. for* 1789 findet.*) Nach vielen Versuchen, die ich mit *Schwefelsäure* vom spec. Gewicht 1,8846, 1,8042, 1,75 angestellt habe, schliesse ich, dass die Verdichtung von gleichen Theilen Maasssäure, (vom sp. Gew. 2,) und Wasser, $\frac{3}{7}$ des Ganzen beträgt; daraus berechne ich, nach Pouget's Formel, die Zunahme der Dichtigkeit bei Mischungen von 5 bis 50 Theilen Wasser mit 95 bis 50 Theilen Maafssäure, (von 5 zu 5 Theilen, (0,0252; 0,0479; 0,0679; 0,0856; 0,0999; 0,1119; 0,1213; 0,1279; 0,1309; 0,1335;) und indem ich diese Zunahme der Dichtigkeit zu dem durch Berechnung gefundnen specifischen Gewichte addire, und arithmetische Mittel nehme, erhalte ich die ersten 50 Nummern der Tabelle für die *Schwefelsäure*. — Gerade so wurden die ersten 50 Nummern in der Tabelle für die *Salpetersäure* nach Pouget's Formel berechnet. Meine allerconcentrirteste vom spec. Gewicht 1,5543 war so ausserordentlich flüchtig, dass es unmöglich war, mit ihr, wenn sie nur mit wenig Wasser vermischt wurde, Versuche anzustellen. Wurde sie aber mit einem gleichen Gewichte Wasser gemischt, so betrug

*) Er ist, so viel ich weiss, bis jetzt weder übersetzt, noch durch Auszüge bekannter gemacht worden. *d. H.*

die Zunahme ihrer Dichtigkeit ungefähr $\frac{1}{12}$ des Ganzen, und dieſes legte ich der Rechnung zum Grunde."

„Die übrigen Zahlen in beiden Tabellen, (bis auf die letztern,) wurden durch *wirkliche Beobachtung* folgendermaſsen gefunden, wobei ich vorausſetzte, alle ſpec. Gewichte bei 59,5° bis 60,5° F. Temperatur beſtimmt zu haben. Ich nahm jedes Mahl 400 Gran *Schwefelſäure* vom ſpec. Gewichte 1,8472, welche nach obiger Berechnung in 100 Theilen 88,5 Theile, mithin in 400 Gran 354 Gran Maaſsſäure enthielt, und ſetzte zu ihnen ſo viel Waſſer hinzu, daſs ich Miſchungen mit 48, 46, 44, 42, 40, 38 Procent Maaſsſäure enthielt. (Iſt x die zu 400 Gran dieſer Säure hinzuzuſetzende Granmenge von Waſſer, um eine Miſchung zu erhalten, die in 100 Theilen p Theile Maaſsſäure enthält, ſo muſs ſeyn $100 : p = 400 + x : 354$; mithin $x = \frac{35400}{p} - 400$.) Nachdem die Miſchungen vier Tage geſtanden hatten, und täglich mit einem gläſernen Stäbchen umgerührt worden waren, wurde am fünften ihr ſpecif. Gewicht beſtimmt. Ich nahm darauf die Hälfte jeder, that eben ſo viel Waſſer hinzu, und erhielt ſo die ſpec. Gewichte für Miſchungen mit 24, 23, 22, 21, 20, 19 Procent Maaſsſäure. Auf ähnliche Art wurden die ſpecif. Gewichte der Miſchungen erſt von 36, 34, 32, 30,

28, 26 Procent, und dann von 18, 17, 16, 15, 14, 13 Procent Maafsſäure beſtimmt. Die Wage, deren ich mich hierbei bediente, gab, wenn ſie mit 2 Unzen beſchwert war, bei $\frac{1}{12}$ Gran Ausſchlag, und die ſpec. Gewichte wurden mittelſt einer Glaskugel mit Queckſilber beſtimmt, die, an einem Pferdehaare hängend, im Waſſer bei 56° F. 27,88 Gran am Gewichte verlor. Zuletzt unterſuchte ich auch auf dieſelbe Art noch einige der erſten 50 Nummern der Tabelle, fand ſie aber im Allgemeinen richtig. — Gerade ſo wurde bei der *Salpeterſäure* verfahren; und in der Tabelle der *Salzſäure* beruhen alle Zahlen auf Verſuchen dieſer Art, ſind jedoch, ob ſie gleich bei weitem die meiſte Mühe gekoſtet haben, die am mindeſten zuverläſſigen, weil die Wage durch die ſalzſauren Dämpfe litt. Der in dieſer dritten Tabelle von der Verdichtung herrührende Irrthum kann kaum mehr als 1 bis 1,5 Gran auf 100 betragen."

„Die Verwandtſchaft der Schwefelſäure zum Waſſer nimmt nach dem Quadrate des Waſſergehalts der Miſchung ab. (*Annales de Chimie*, t. 23, p. 196, 197.) Wahrſcheinlich findet daſſelbe bei allen andern Stoffen ſtatt. Was man gewöhnlich angiebt, iſt die *mittlere* Verwandtſchaft."

III. *Menge wahrer Säure, welche* 100 *Theile reiner Alkalien und Erden in sich aufnehmen.*

Es nehmen auf 100 Theile	An Theilen wahrer Säure Schwefelsäure.	Salpetersäure.	Salzsäure.	Theile Kohlensäure.
Kali	82,48	84,96	56,3	105 ungef.
Natron	127,68	135,71	73,41	66,8
Ammoniak	383,8	247,82	171	variabel
Baryt	50	56	31,8	282
Strontion	72,41	85,56	46	43,2
Kalkerde	143	179,5	84,488	81,81
Talkerde	172,04	210	121,35	200 (Fourcr.)
Thonerde	150,9			335 ungef. (Bergm.)

IV. *Menge von Alkali und Erde, welche erfordert wird, um* 100 *Theile wahrer Säure zu sättigen.*

Es verbinden sich 100 Theile	mit Th. Kali.	Th. Natron.	Th. Ammon.	Th. Baryt.	Th. Strontion.	Th. Kalkerde.	Th. Talkerde.
wahrer Schwefelsäure	121,48	78,32	26,05	200	138	70	57,92
wahr. Salpeterſäure	117,7	73,43	40,35	178,12	116,86	55,7	47,64
wahrer Salzſäure	177,6	136,2	58,46	314,46	216,22	118,3	89,8
Kohlenſäure	95,1	149,6	—	354,5	231 +	122	50

V. *Es entstehn folglich aus* 100 *Theilen völlig gesättigter wahrer Säure, an Mittelsalzen:*

	aus 100 Theilen wahrer Schwefelsäure.	Salpetersäure.	Salzsäure.	Kohlensäure.
mit Kali Theile	221,48	227,22	277,6	232,5
Natron	425 kryst. 178,5 ausgetrockn. *)	188	257,2	69,35 kr. 150 ausgetrockn.
Ammonium	182,94	175,44	233,9	
Baryt	300		487,4 kryst. 454,5 ausgetrockn. 540 kryst.	454,5
Strontion	238		313,5 ausgetrockn.	331,7
Kalkerde	170 in Weissglühe-Hitze 198 b. 170°F.	174 wohl getrocknet an der Luft	238 in Rothgl. Hitze	222,25
Talkerde	340 kryst. 158 ausgetr.		286,2 wohl getrockn.	200

VI. *Aus* 100 *Theilen salzbarer Grundstoffe entstehn bei völliger Sättigung, an Mittelsalzen:*

aus 100 Theil.	und Schwefels.	und Salpeters.	und Salzsäure.	und Kohlensäure.
Kali	182,48	193 +	156,3	244
Natron	541,1 kryst. 227,4 ausgetr.	246,42	188,74	465,3 kryst. 167 ausgetr.
Ammon.	702,94	435	400	
Baryt	150		155,15 kryst. 142,8 ausgetr.	382
Strontion	172,41		250 kryst. 145 ausgetr.	143,86
Kalkerde	312 getrockn. bei 50° F. 284 getrockn. bei 130° 262,8 gebrannt 243 geglüht	312 getr. bei 80° 280 völlig ausgetr.	200 in Rothglühe-Hitze	182
Talkerd.	588,23 kryst. 272,62 ausgetrocknet		321,8 vorsichtig getrockn.	400

*) Deliccated.

VII. *Beſtandtheile mehrerer Salze.*

Es enthalten 100 Theile	an ſalzbaren Grundſtoff.	an Säure.	an Kryſtalliſationswaſſer.	in folgendem Zuſtande;
1. Kohlenſaure Salze.				
Kohlenſaures Kali	41	43	16	kryſtalliſirt
gew. Potaſch.	60	30	6	trocken
Kohlenſaures Natron	21,58 / 59,86	14,42	64	vollk. kryſtalliſ.
		40,05	— —	ausgetrocknet
— Baryt	78	22	— —	natürlicher und gebrannter
— Strontion	69,5	30	— —	nat. und gebr.
— Kalkerde	55	45	— —	reine natürl. u. künſtl. gebr.
— Talkerde	25	50	25	kryſtalliſirt
gew. Talkerd.	45	34	21	getr. in 80° F.
2. Schwefelſaure Salze.				
Schwefelſaur. Kali	54,8	45,2	— —	ausgetrocknet
— Natron	18,48 / 44	23,62	58	vollk. kryſtalliſ.
		56	— —	ausgetrockn. bei 700° F.
— Ammon.	14,24	54,66	31,1	
— Baryt	66,66	33,33	— —	rein. natürl. und künſtl. gebr.
— Strontion	58	42	— —	rein. natürl. und künſtl. gebr.
	32	46	22	ausgetr. b. 66° F.
— Kalkerde	35,23 / 38,81	50,39	14,38	— bei 170° F.
		55,84	5,35	gebrannt
	41	59	— —	geglüht
— Talkerde	17 / 30,68	29,35	53,65	vollk. kryſtalliſ.
		63,32	— —	ausgetrocknet
— Thonerde	12 gebrannt	17,66	51 Kryſt. Waſſ. + 19,24 in d. Erde	kryſtalliſirt
	63,75	36,25	— —	ausgetrockn. bei 700° F.
— Eiſen	28 Oxyd = 12 Metall / 46	26	38 + 8 of compoſit.	kryſtalliſirt
		41,93	13,07	calcin. bis zum Rothglühen
— Blei	75 Ox. = 71 M.	23,37	1,63	
— Kupfer	40 = 30	31	29	
— Zink	40 = 30	20,5	39	

100 Theile enthalten	an salzbar. Grundstoff.	an Säure.	an Krystl. Wasser.	Zustand.
3. *Salpetersaure Salze.*				
Salpetersaur. Kali	51,8	44	4,2 of comp.	getrocknet bei 70°
— Natron	{40,58	53,21	6,21 of comp.	getr. b. 400°
	{42,34	57,65	— —	gebrannt
— Ammon.	23	57	20	
— Baryt	57	32	11	krystallisirt
— Strontion	36,21	13,07	32,72	krystallisirt
— Kalkerde	32	57,44	10,56	gut getr. an der Luft
— Talkerde	22	46	22	krystallisirt
4. *Salzsaure Salze.*				
Salzsaures Kali	64	36	— —	getrocknet bei 80° F.
— Natron	53	47 wässerige 38,88 wahre	— —	getr. b. 80°
— Ammon.	25	42,75	32,25	sublimirt
— Baryt	{64	20	16	krystallisirt
	{76,2	23,8	— —	ausgetrock.
— Strontion	{40	18	42	krystallisirt
	{69	31	— —	ausgetrock.
— Kalkerde	50	42	8	calcinirt bis z. Rothglühen
— Talkerde	31,07	34,59	34,34	fühlbar tr.
— Silber	75	16,54	8,46 Oxygen	getrocknet b. 130° F.
— Blei	{81,77 Oxyd	18,23	im Oxyd	krystallisirt
	{83 Oxyd	17		ausgetrock.

Die Versuche, auf welche Kirwan diese Tabellen gründet, sind insgesammt nach der Art angestellt, wie die in der Anmerk. S. 269 beschriebenen. Kirwan sättigte den salzbaren Grundstoff mit einer Säure von bekanntem specifischen Gewichte; liefs dann Salz von derselben Art, als durch diesen Prozefs erzeugt wurde, in reinem Wasser zergehn, untersuchte beider Salzauflösungen specifisches Gewicht bei gleicher Temperatur, und verdünnte die specifisch schwerere so lange mit Wasser,

bis

bis beide genau einerlei Dichtigkeit hatten. Da nun die Beſtandtheile der erſten Solution und der Waſſergehalt der zweiten bekannt waren, ſo fanden ſich daraus die Beſtandtheile des Salzes. Und zwar auf dieſe Art genauer, als auf jedem andern Wege, den bis dahin Chemiker verſucht hatten.

Das Detail jedes einzelnen Verſuchs, eine Vergleichung deſſelben mit frühern ähnlichen Verſuchen, und Prüfungen des Reſultats zur Beſtätigung der Richtigkeit deſſelben,*) findet man gröſtentheils ſchon in dem frühern Aufſatze Kirwan's in v. Crell's *chem. Annalen*, 1792, II, 404 f. Doch wird, was dort ſteht, in Kirwan's neuem Aufſatze mit vielen wichtigen Bemerkungen bereichert; ſie gehören indeſs nicht für dieſe Zeitſchrift.

*) „Dieſe Beſtimmung des Antheils wahrer Säure in den ältern Mineralſäuren, und des Verhältniſſes der Beſtandtheile der Neutralſalze," (ſagt Kirwan in Crell's *chem. Annal.*, 1793, I, 123,) „iſt eine ſehr delicate Sache. Die erſtere iſt noch von niemand vor mir verſucht worden, und auf die letztere haben ſich nur Wenige eingelaſſen, und ſelbſt dieſe widerſprechende Reſultate geliefert. — Sie werden daher immer Mistrauen erregen, bis die Genauigkeit einiger meiner Reſultate durch vielſeitige und allgemeinere Erfahrung beſtätigt ſeyn wird." Um dieſes zu bewerkſtelligen, vergleicht Kirwan ſie ſchon dort mit Verſuchen Cavendiſh's, Berthollet's, Guyton's und Woulfe's, und dieſe Vergleichung ſcheint allerdings für ſie zu ſprechen. *d. H.*

III.

BEMERKUNGEN

über die Veränderung, welche mehrere vegetabilische Reagentien erleiden, wenn sie mit einzelnen, oder mit verschiednen, paarweise mit einander verbundnen Metallen in Berührung kommen.

Vom

Hofmedikus Dr. JÄGER
in Stuttgardt.

Geschrieben im März 1802.

Das Verhältnifs, in welchem die Gröfse der Wirkungen einer Voltaischen Säule mit der Anzahl der homologen Theile steht, aus denen sie construirt ist, beweist hinlänglich, dafs diese Gesammtwirkung durch ähnliche Wirkungen kleinerer Apparate bedingt ist, und deren irgend einen als den einfachsten voraussetzt, dafs wir also die Bekanntschaft mit den überraschenden Erscheinungen, welche die ganze Säule darbietet, blofs ihrer Eigenschaft, jene einzelnen Wirkungen der mit einander verbundnen einfachen Apparate auf irgend eine Art verstärkt darzustellen, zu verdanken haben. Es scheint daher, jeder Untersuchung über die Ursachen der Erscheinungen an der Säule müsse eine erschöpfende Kenntnifs dessen, was das einfachste Glied hervorbringt, vorausgehn. Und doch ist man noch nicht

einmahl darüber einig, was denn eigentlich das einfache Glied der Kette zu nennen sey,*) und kennt noch minder genau die Eigenschaften und Gesetze der Verstärkung beim Zusammenwirken mehrerer Glieder.

Indem ich über die Mittel nachdachte, hierüber weitere Aufschlüsse zu erhalten, drang sich mir eine der auffallendsten Wirkungen der Voltaischen Säule, nämlich die *Erzeugung einer Säure und eines Laugensalzes* in einer mit den Enden der Säule durch Drähte verbundnen Flüßigkeit, auf, und ich versuchte, ob sich nicht mittelst der gewöhnlichen Reagentien für Säure und Laugensalz, (gefärbte Pflanzensäfte,) sollten Aufschlüsse über die Natur der Säule erhalten lassen. Das Resultat dieser bequemen und nach einer sehr leichten Uebung jedem zu Gebote stehenden Versuche scheint allerdings Hoffnung zu machen, dass man mittelst ihrer den sogenannten Galvanismus, wenigstens in gewissen Beziehungen, gleichsam bis zu seinen Quellen verfolgen könne, und ich mache sie blos deswegen jetzt gleich bekannt, ungeachtet ich sie selbst noch nicht so vervielfältigt und abgeändert habe, als es zu jenem Zwecke geschehen muss. Sie sind noch von mehrern Seiten einer weitern Beachtung

*) Herrn Dr. Reinhold's hierher gehörige Versuche, *Annalen*, X, 301, waren, als dieses geschrieben wurde, noch nicht in den Händen des Herrn Verfassers. *d. H.*

werth; indeſſen ſtelle ich ſie hier nur ſo zuſammen, wie ſie für die Beantwortung der obigen Fragen einiges Intereſſe zu haben ſcheinen.

Zink und *Gold* ſcheinen die zwei entgegengeſetzten äuſserſten Glieder einer Reihe von Stoffen zu ſeyn, an welchen man bis jetzt unter gewiſſen Bedingungen galvaniſche Erſcheinungen beobachtet hat. Ihre Verbindung iſt die kräftigſte für die Phänomene, welche eine Kette erfordern, und auch die ohne Kettenverbindung wahrnehmbaren Phänomene werden am lehrreichſten am Zink und am Golde. Was ſich an andern Metallen äuſsert, fällt gleichſam zwiſchen das hinein, was wir an dieſen beiden lernen können. Ich werde mir daher viele Wiederhohlungen erſparen, wenn ich erſtlich meine Beobachtungen über das Verhalten des Zinks und Goldes, ſowohl für ſich als in ihrer Verbindung, zuſammenſtelle, und damit alsdann das Verhalten anderer Metalle vergleiche. Freilich gehörte, um eine Theorie dieſer Phänomene zu bilden, die Kenntniſs ihrer Abänderungen bei verſchiednen Metallen dazu; indeſſen iſt das Wenige, was ich aus den Erfahrungen an Zink und Gold ſchlieſsen zu können glaube, bloſs als ein die Ueberſicht der Thatſachen erleichterndes Hülfsmittel anzuſehen, und als ein ſolches kann es jetzt wohl dienen, wenn auch ſpätere Facta die Gültigkeit jener Schlüſſe umſtoſsen ſollten. Es iſt ſogar ſehr wohl möglich, daſs ſie bereits widerlegt ſind; denn es war mir bis jetzt nicht möglich, eine genaue Vergleichung

des vorher Bekannten mit dem anzuſtellen, was ſich mir auf einem andern Wege darbot, und die Verträglichkeit beider mit einander und mit der lediglich zu dem bemerkten Zwecke aufgeſtellten Hypotheſe zu prüfen.

I. *Von dem Verhalten des Zinks gegen einige vegetabiliſche Reagentien.*

1. Wenn man ein mit *Curcuma-Decoct* mäſsig dunkel gefärbtes, mit deſtillirtem Waſſer genäſstes Papier auf eine *polirte Zinkplatte* legt, welche auf einer Glastafel electriſch iſolirt, oder durch einen guten electriſchen Leiter mit dem Boden verbunden ſeyn kann, ſo entſtehen bald orange-rothe geſchlängelte Flecke auf dem Papiere, mit gelben Zwiſchenräumen. Die rothen Flecke haben genau dieſelbe Farbe, die eine ſchwache alkaliſche Auflöſung auf dem gelben Papiere hervorbringt; am ſtärkſten ſind ſie, ſo lange das Papier noch feucht iſt; doch verſchwinden ſie beim Abtrocknen nicht mehr ganz, ſelbſt wenn das Papier einer beträchtlichen Hitze ausgeſetzt wird. Beim Abnehmen des Papiers von der Platte bemerkt man, daſs die gerötheten Stellen des erſtern genau den *nicht oxydirten*, blank gebliebnen und oft mit etwas bunten Farben angelaufnen Stellen der letztern entſprechen. Die Umriſſe der gerötheten Flecke beſtehen meiſt aus gegen das Centrum jedes Fleckes convexen Linien, welche durch ihr Zuſammenſtoſsen nach aufsen hervorſpringende Spitzen bilden, in-

deſſen die dazwiſchen liegenden gelb gebliebnen Flecke nach aufsen convexe Umriſslinien haben, die in einſpringenden Winkeln zuſammenſtoſsen. Oft ſind unter den rothen auch weiſse Flecke, oder um ſie herum gehen weiſse Ränder; dieſe Zerſtörung der Farbe findet aber nur am Ende der Operation, und beſonders in Fällen ſtatt, wo ſie vorzüglich gut gelungen iſt.

2. Legt man auf eine polirte Zinkplatte ein mit *Lackmus-Decoct* mäſsig dunkel gefärbtes, mit deſtillirtem Waſſer friſch getränktes Papier, ſo entſtehen unter denſelben Umſtänden bald roſen- und blutrothe Flecke auf dem Papiere, deren Figur mit der der gelb bleibenden Stellen des Curcumapapiers in 1 übereinkommt. Sie ſind nämlich rundlich, oft paternoſterförmig aneinander gehängt und äſtig. Der blaue Grund, von dem ſie umfloſſen ſind, wird bei Papieren, die, wie es häufig der Fall iſt, einen röthlichen Schein haben, bei weitem reiner blau, als er vor dem Verſuche war, verliert alle Röthe, und nimmt an einigen Stellen eine blaſſe oder auch weiſse Farbe an. Die Röthung des Papiers iſt auf der dem Zink zugewandten Seite bei weitem am ſtärkſten, was bei dem Curcumapapiere in 1 wenigſtens nicht ſo auffallend bemerkt wird; ſie iſt und bleibt dauerhaft, auch nach dem Trocknen und bei einer ſehr hohen Temperatur. Die gerötheten Flecken entſprechen ganz genau den *oxydirten* und angegriffnen Stellen des Zinks, die blau

gebliebnen Stellen, hingegen liegen auf den blanken Theilen der Metallplatte.

3. Legt man auf eine Zinkplatte ein genetztes *Lackmus*papier, und über dieſes ein genetztes *Curcuma*papier, und trennt beide, um das Zuſammenfließen der Farben zu verhüten, durch ein dazwiſchen gelegtes genäſstes weiſses Papier: ſo ſieht man an beiden gefärbten Papierſtreifen eben die Veränderungen entſtehen, wie in 1 und 2, und kann ſich völlig überzeugen, daſs die geröthteten Stellen des Lackmuspapiers dieſelbe Figur haben, wie die gelb gebliebnen des Curcumapapiers, und ganz genau auf dieſe und auf die oxydirten Geſtalten der Zinkfläche paſſen; daſs hingegen die rothen Zeichnungen des Curcumapapiers völlig mit den blauen des Lackmuspapiers und mit den blank gebliebnen Stellen des Zinks coincidiren. Eben dies erfolgt, wenn das Curcumapapier zu unterſt und alſo auf dem Zink aufliegt. Beiderlei Papiere werden übrigens weit ſtärker gefärbt, wenn ſie den Zink unmittelbar berühren, als wenn ſie ſich oben, und alſo durch 2 Papierlagen von dem Zink getrennt befinden; beſonders auffallend iſt dieſes bei dem Lackmuspapiere, doch laſſen ſich beiderlei Färbungen, wiewohl immer ſchwächer, durch mehrere Papierſchichten hindurchführen.

4. Analoge Erſcheinungen entſtehen, wenn man Papiere anwendet, die mit *Fernambuc-*, *Herbſtroſen-*, *Ritterſporen-*, *Rhabarber-Infuſum*, oder mit *Veilchenſyrup* tingirt ſind.

Durch bloſsen Contact des metalliſchen Zinks mit abgefeuchteten Papieren entſtehen demnach Wirkungen, welche denen analog ſind, die uns von Laugenſalzen und Säuren längſt bekannt ſind. Indeſſen würde dieſe Analogie noch durchaus keinen Schluſs auf die Identität der Urſachen begründen, wenn ſie ſich nicht weiter als auf die bemerkten Veränderungen der gefärbten Pflanzenſäfte erſtreckte. Da aber aus den folgenden Verſuchen erhellt, daſs die der Reaction alkaliſcher und ſaurer Salze ähnlichen Wirkungen der unbekannten, hier thätigen Urſache aufgehoben werden, ſobald man ſie in Conflict mit bekannten Säuren und Laugenſalzen bringt, und daſs ſie umgekehrt die bekannten Reactionen der letztern aufzuheben im Stande ſind, daſs alſo jenes unbekannte Agens ſich mit bekannten Säuren und Alkalien zu neutraliſiren vermag: ſo bleibt wohl kein Zweifel dagegen, daſs die beobachteten Veränderungen der gefärbten Papiere wirklich dem Entſtehen einer Säure und eines Laugenſalzes zuzuſchreiben ſind.

5. Wenn man ein in äuſserſt verdünnter *Salzſäure* genäſstes Curcumapapier auf Zink legt, ſo verändert es ſeine Farbe gar nicht, oder doch nur ſehr wenig. Ein durch ſehr verdünntes *Kali* blaſsröthlich gefärbtes Curcumapapier hingegen wird, auf Zink gelegt, hellgelb gefleckt, und die nicht gelb gewordnen Stellen ſind höher roth als zuvor und zum Theil weiſs. Sehr blaſs durch Salzſäure geröthetes Lackmuspapier wird blau gefleckt, und

sehr blafs durch Laugensalz geblautes Fernambucpapier bekömmt rothe Flecke.

Die Salzsäure hebt also die Wirkung des bei dem Versuche sich bildenden Laugensalzes auf das Curcumapapier auf, und umgekehrt hebt das sich bildende Laugensalz die Wirkung der Salzsäure auf das Lackmuspapier auf. Die sich bildende Säure vernichtet eben so die Reaction, welche das vegetabilische Laugensalz auf Curcuma- und Fernambucpapier hervorgebracht hat, und stellt die ehemahlige Farbe dieser Papiere wieder her.

Die bisher erzählten Thatsachen scheinen demnach zu dem Satze zu berechtigen: *Wenn mit Curcuma-, Fernambuc-, Lackmus Decoct gefärbte, und in destillirtem Wasser, oder verdünnter Salzsäure, oder verdünnter Kaliauflösung getränkte Papiere in Contact mit polirtem metallischen Zink kommen, so bildet sich auf der Fläche des Zinks eine Säure und ein Laugensalz, an verschiednen neben und zwischen einander liegenden Stellen desselben, und zwar die Säure wahrscheinlich da, wo der Zink oxydirt wird.*

Um die Bedingungen, unter welchen dieser Erfolg statt hat, näher kennen zu lernen, stellte ich noch folgende Versuche an:

6. Wenn man eine Zinkstange oder Platte ganz in *sehr verdünnte Lackmus-Tinctur* einsenkt, so verliert diese nach längerer Zeit ihren röthlichen Schein, wird reiner und blässer blau, und endlich beinahe wasserhell, indem sich aller Färbestoff auf den Zink niederschlägt. Verdünntes *Fernambuc-*

Decoct wird durch eingelegten Zink anfangs violett, am Ende ganz blafsbläulich, indem sich rothe Flocken auf den Zink niederschlagen. Noch weit empfindlicher ist das kalte Infusum von den getrockneten purpurfarbenen Blumenkronen der *Alcaea rosea*. Wenn man es bis zum blassen Violett verdünnt und Zink hineinlegt, so nimmt es sehr bald eine ganz grüne Farbe an.

7. Das verdünnte *Herbstrosen-Infusum* wird ebenfalls grün gefärbt, wenn man es mit Zink in ein ganz gefülltes enghalfiges Gefäfs einschliefst, und die Mündung luftdicht verstopft.

8. Wenn man einen Glascylinder, worin eine Zinkstange aufgehängt ist, mit siedendem und lange gekochtem destillirten Wasser füllt, dieses mit etwas Herbstrosen-Infusum färbt, und nun den Cylinder mit der Mündung nach unten in Queckfilber setzt, so färbt sich nach längerer Zeit die Flüfsigkeit auch grün. Man bemerkt dabei keine Luftentwicklung, blofs die blanke Fläche des Zinks wird hier und da unscheinbar und matt.

9. Wenn man ausgekochtes destillirtes Wasser in einem mit Queckfilber gesperrten Gefäfse lange Zeit mit einer darin aufgehängten Zinkstange in Berührung läfst, so erhält dieses Wasser die Eigenschaft, mit dem darein getröpfelten Herbstrosen-Infusum eine grünliche Farbe darzustellen. Eben diese Wirkung äufsert auch gemeines Wasser, das lange Zeit in einem offnen Glase über Zink gestanden hat.

In allen diesen Versuchen äufsert sich nie die Wirkung einer Säure. Da es schon aus der Ansicht der gefärbten Papiere in 1 — 5 wahrscheinlich wird, dafs die Laugensalz-Bildung die überwiegende ist, so erklärt sich dieses leicht dadurch, dafs die in geringerer Menge entwickelte Säure in einem Fluido, das allen in ihm enthaltenen Stoffen eine freie Bewegung gestattet, von dem Laugensalze gesättigt wird, und nun blofs der Ueberschufs des letztern sichtlich reagirt. Auch auf den Papieren würde uns die Reaction der Säure unkenntlich werden, wenn nicht die Structur des Papiers der Vermischung und Neutralisation beider Stoffe gewisse Grenzen setzte.

Es ist eine alte Erfahrung, dafs manche Pflanzensäfte, z. B. der Saft aus den Corollen der *Viola odorata*, ihre ursprüngliche rothe Farbe in Berührung mit Metallen, z. B. in zinnernen Gefäfsen, in die blaue umändern, und man hat diese Erscheinung durch die Annahme zu erklären gesucht, dafs jene rothen Säfte eine freie Säure enthalten, welche das Metall auflöse, sich damit neutralisire und sodann die ursprüngliche Farbe des Safts wieder hervortreten lasse. Allein mit dieser Hypothese ist Ein Mahl der Versuch 9 völlig unverträglich; zweitens bedeutet das Grünwerden des rothen Herbstrosen-Infusum doch nicht blofs auf das Verschwinden einer Säure, sondern auf das Entstehen eines freien Laugensalzes, was ohnehin schon durch die Versuche mit den gefärbten Papieren hinreichend begründet ist.

Die Verſuche 6 bis 9, die freilich noch einer vielfachen Wiederhohlung und Abänderung bedürfen, ſcheinen demnach zu beweiſen, *daſs die chemiſche Einwirkung des Zinks auf feuchte Körper, mit welchen er in Contact ſteht, weder den Zutritt der atmoſphäriſchen Luft zum Metalle oder zum feuchten Körper, noch das Daſeyn von atmoſphäriſcher Luft im letztern als nothwendig vorausſetze*, und daſs ſie *auch von den Beſtandtheilen der gebrauchten Pflanzenſäfte ſelbſt unabhängig iſt*, indem reines Waſſer, wenn es ohne allen Beitritt heterogener Stoffe längere Zeit in Berührung mit metalliſchem Zink ſteht, dadurch die Eigenſchaften einer ſchwachen Laugenſalz Auflöſung erhält, in welcher ſich wahrſcheinlich zugleich eine neutraliſirte Säure befindet.

II. *Von dem Verhalten des Goldes gegen einige vegetabiliſche Reagentien.*

Von allen den merkwürdigen Wirkungen, welche der Zink auf die gefärbten Papiere und die Infuſionen äuſsert, zeigt ſich auch nicht Eine Spur, wenn man das Gold auf dieſelbe Art mit ihnen in Contact bringt. Weder Curcuma-, noch Lackmus-, noch Fernambucpapier wird nur im geringſten anders, als auf einer reinen Glasſcheibe afficirt, wenn man es, mit deſtillirtem Waſſer angefeuchtet, auf iſolirtes oder mit der Erde verbundnes Gold legt. Eben ſo wenig ändert das Gold die Infuſionen, mit denen man es übergieſst.

III. *Von dem Verhalten verſchiedenartig conſtruirter Verbindungen zwiſchen Zink und Gold gegen die vegetabiliſchen Reagentien.*

A. *Von den Erſcheinungen, welche entſtehen, wenn Zink und Gold in metalliſcher Berührung mit einander ſtehen und beide an einem zuſammenhängenden feuchten Körper anliegen.*

10. Wenn man auf eine polirte iſolirte oder nicht-iſolirte Zinkplatte eine Scheibe von Lackmuspapier, darüber eine von weiſsem, und zu oberſt eine von Curcumapapier bringt, die alle drei mit deſtillirtem Waſſer angefeuchtet ſind, und nun auf das Curcumapapier eine Goldmünze legt, entweder ſo, daſs der Rand derſelben die Zinkplatte unmittelbar berührt, oder wenigſtens die Goldmünze durch einen Streifen geplättetes Blei mit der Zinkplatte in Verbindung ſetzt: ſo entſteht, (oft ſchon im erſten Augenblicke, immer aber höchſtens binnen einer Minute,) auf dem Curcumapapiere ein hochrother Rand um das Goldſtück herum, und die ganze Fläche deſſelben unter dem Goldſtücke wird erſt hochroth, dann weiſs und völlig farbenlos. Zugleich entſteht auf dem Lackmuspapiere ein rother, dem Goldſtücke entſprechender Diſcus. — Legt man umgekehrt das Curcumapapier auf den Zink, und das Lackmuspapier unter das Gold, ſo wird erſteres beinahe gar nicht, wenigſtens nicht in der Mitte, gefärbt, und letzteres bekommt einen weiſslich-

blauen Discus und höchstens an den Ecken einige rothe Flecke. Legt man oben und unten Fernambucpapier, so wird das obere blau und endlich weiss, und das untere höher roth als zuvor. Die Fläche des Zinks wird bei diesen Versuchen ohne Schlangenfiguren, zusammenhängend und gleichförmiger oxydirt. — Am deutlichsten zeigen sich diese Erscheinungen, wenn man zwischen die gefärbten Papiere mehrere Blätter weissen Papiers einschiebt, indem dadurch die Wirkungen, welche der Zink für sich hervorbringt, in den obern Papieren unsichtbar, und so von denen, die der Mitwirkung des Goldes zuzuschreiben sind, getrennt werden; auch weil dann, wegen der grösern Masse von Feuchtigkeit, die Wirksamkeit des Apparats länger dauert.

Die hier erzählten Erscheinungen unterscheiden sich von den unter I. angeführten auffallend darin:

a. Dass die Färbungen bei weitem schneller vor sich gehen.

b. Dass auf der Zinkfläche die alkalische Färbung beinahe völlig wegfällt, die saure hingegen eine zusammenhängende Fläche bildet, indess auf der vom Zink entfernten, unter dem Golde befindlichen Fläche beinahe alle saure Färbung verschwindet und die alkalische in eine ununterbrochene Fläche zusammentritt; wogegen auf blossem Zink beide Farben in den verschiednen Papierschichten fleckweise nebeneinander erscheinen und die Zeichnungen jeder Art auf dem obersten Papiere mit denen auf dem untersten genau coincidiren.

c) Dafs die auf diese Art abgesonderte alkalische Färbung auf weit gröfsere Entfernungen von der Zinkfläche noch sichtbar gemacht werden kann, als bei blofsem, nicht mit Gold verbundenen Zink. Letzteres zeigt noch mehr folgender Versuch:

11. Ein 6 Zoll hoher zusammengerollter Cylinder aus starker Pappe, an beiden Enden mit einer Scheibe aus Pappe geschlossen, und durchaus mit destillirtem Wasser getränkt, wurde auf eine Zinkplatte gestellt, auf seine obere Grundfläche eine Scheibe nasses Curcumapapier, und darüber ein Goldstück gelegt, und dieses durch einen Bleistreifen mit der Zinkplatte verbunden. Es entstand unter dem Golde und am Rande desselben eine beträchtliche Röthung des Curcumapapiers, doch erschien sie viel später, wurde auch nie so stark, als wenn Gold und Zink nur durch wenige Papierschichten von einander getrennt sind.

Man würde das Auszeichnende dieser Erscheinungen durch ein nicht unschickliches Bild ausdrucken, wenn man sich vorstellte, das den Zink berührende Gold habe die Wirkung, die beiderlei Salze, welche sich aus dem Contacte des Zinks mit einem feuchten Körper entwickeln, voneinander abgesondert darzustellen, und zwar so, dafs sich das Laugensalz in der Nähe des Goldes, die Säure in der Nähe des Zinks ansammelt, und dabei zugleich die Bildung beider Salze zu beschleunigen. — Es mufs freilich erst noch untersucht werden, ob das Gold lediglich den Einfluss hat, beide Pro-

ducte voneinander zu trennen und ihr Entſtehen zu beſchleunigen, oder ob zugleich die Quantität oder Qualität des Producirten dabei verändert wird. *) In-

*) Meine Vermuthung, daſs das Gold zur *Erzeugung* der chemiſchen Stoffe *nichts* beitrage, ſondern daſs die Wirkſamkeit deſſelben bloſs in der *Abtrennung* und *Sammlung* des alkaleſcirenden Stoffs beſtehe, den der Zink für ſich, mit dem ſäurenden Stoffe gemiſcht, im Contacte mit einem feuchten Körper entwickelt, ſcheinen folgende erſt ſpäter angeſtellte Verſuche zu beſtätigen.

Verſuch a. Wenn man zwiſchen die naſſen Papiere einer geſchloſsnen einfachen Kette eine an ihrem Rande vollkommen trockene *Zinkplatte* einſchiebt, ſo entſtehen die Wirkungen der einfachen geſchloſſenen Kette vollkommen, und zwar bringt der eingeſchobene Zink auf ſeiner obern, dem Golde zugekehrten Fläche die ſaure, und auf ſeiner untern die alkaliſche Färbung hervor, indeſs die beiden metalliſch mit einander verbundenen Endplatten ſich gerade wie in der einfachen geſchloſſenen Kette verhalten; nur ſcheinen die Färbungen etwas langſamer zu entſtehen.

Verſuch b. Wenn man aber ſtatt des Zinks auf dieſelbe Art eine *Goldmünze* einſchiebt, ſo entſteht daraus keine Wirkung.

Dieſem nach ſcheint es, das Gold, an welchem die Bedingungen der einfachen geſchloſſenen Kette erfüllt ſind, bringe nur dann die Erſcheinungen der letztern hervor, wenn der feuchte Körper, an welchem er anliegt, in unmittelbarem Contacte mit producirendem Zink ſteht, und

Indeſſen ſpricht der Augenſchein dafür, daſs die Färbung, welche auf bloſsem Zink entſteht, am Ende der Operation nicht geringer iſt, als die, welche die Metallverbindung, von der hier die Rede iſt, hervorzubringen vermag. Auch zeigen ſich zwar

12. wenn man Zink, der mit Gold in Berührung ſteht, in gefärbte Pflanzeninfuſionen bringt, die alkaliſchen Färbungen, und die endliche Zerſtörung und Niederſchlagung des färbenden Stoffs, weit ſchneller, als wenn man bloſsen Zink hineinlegt; allein am Ende erreichen in beiden Fällen die Wirkungen doch denſelben Grad von Intenſität. Ueberdies wäre es möglich, daſs beim einfachen Zink beide ſich bildende Stoffe zum Theil in Neutralität mit einander träten, indeſs ſie bei Zink, der mit Gold in Berührung iſt, ſo von einander getrennt würden, daſs dies weniger möglich wäre, und alſo ein gröſseres Quantum beider reagirend auf die Pflanzenfarben wirken könnte.

Die colligirenden und beſchleunigenden Eigenſchaften der beſchriebnen Metallverbindung bleiben dieſelben, die Richtung, nach welcher hin ſich das Laugenſalz und die Säure von einander abzutrennen und abgeſondert anzuſammeln genöthigt wer-

es wirke lediglich gleichſam disjungirend auf die beiden chemiſchen Pole, die der befeuchtete Zink für ſich, nur unter einander liegend, entwickelt, indem er die Effecte des einen an ſeiner Fläche anhäuft. *Jäger.*

den, mag seyn welche sie will; denn es ist für den Erfolg in 10 gleichgültig, ob man

13. bei horizontaler Lage beider Metallplatten das Gold zu oberst oder zu unterst legt; oder statt dessen

14. die Zinkplatte mit ihren Papieren senkrecht auf den Rand stellt, und das Gold parallel mit ihrer Fläche an die nassen Papiere anlegt.

15. Auch kann man die Kette völlig aus einander schlagen, z. B. auf eine Glasplatte ein Zink- und ein Goldstück neben einander hinlegen und unmittelbar oder durch einen unter beide gelegten Bleistreifen verbinden, den Zink mit genässtem Lackmus-, das Gold mit genässtem Curcumapapiere bedecken, und über beide einen gemeinschaftlichen Streifen weissen nassen Papiers herziehen, oder auch unmittelbar über beide Metalle her einen gemeinschaftlichen Streifen nassen Fernambucpapiers legen; immer wird auf dem Golde schnell die Wirkung eines Laugensalzes, auf dem Zink die einer Säure sichtlich werden. Doch wird bei dieser Vorrichtung der Prozess etwas verzögert und geschwächt. Das Papier auf dem Golde färbt sich zuerst und am stärksten auf dem dem Zink am nächsten liegenden Rande des Goldstücks.

B. *Von den Erscheinungen, welche entstehen, wenn Zink und Gold, ohne einander metallisch zu berühren, beide in Contact mit einem zusammenhängenden feuchten Körper stehen.*

16. Werden Gold und Zink, zwischen denen nasse Papiere wie in 10 liegen, nicht mit einander

metallisch verbunden, so zeigen sich nie die unter A beschriebnen Erscheinungen, und überhaupt selten andere, als die der Zink für sich giebt. Doch scheint das Gold in dieser Anordnung zuweilen vorübergehend eine schwache colligirende Wirkung auf den alkalischen Stoff zu äusern; ich konnte mich aber noch nicht der Bedingungen bemächtigen, unter welchen dieses gelingt. Vielleicht sind es unbemerkte Fehler in der Manipulation, die wenigstens vorübergehend den Apparat zu etwas ganz anderm machen. Eben so erhält man, wenn man Zink und Gold abgesondert von einander auf Glas legt, und beide mit zusammenhängenden nassen Papieren belegt, (also die vorige Kette aus einander schlägt,) auf dem Golde manchmahl eine schnell vorübergehende starke alkalische Färbung, manchmahl auch nicht; nie aber kommt der Erfolg dem in Versuch 15 gleich.

C. *Von den Wirkungen anders construirter Verbindungen zwischen einfachem Zink und Gold.*

17. Gold, das auf einer Zinkplatte liegt und mit nassen Papieren bedeckt wird, bringt in diesen durchaus keine Veränderung hervor.

18. Zink auf einem Goldstücke liegend verändert die nassen auf ihn gelegten Papiere durchaus nicht anders als bloser Zink.

19. Zink und Gold mit einander in Berührung stehend, und beide mit nicht zusammenhängenden nassen Papieren einzeln bedeckt, wirken nicht an-

ders, als jedes für sich gewirkt haben würde. Auf dem Golde entsteht gar nichts, und auf dem Zink blos das, was er für sich allein hervorbringt.

In diesen Verbindungen sind die möglichen Abänderungen der hierher gehörigen Relationen zwischen einer Zinkplatte, einer Goldmünze und den feuchten Papieren erschöpft, und es erhellt daraus: *dass die eigenthümlichen Wirkungen der Coexistenz von Zink und Gold nur dann eintreten, wenn beide Metalle an irgend einer Stelle in metallischer Verbindung mit einander und zugleich an andern Stellen mit einem ein Continuum bildenden feuchten Körper in Berührung stehn*, und dass es noch sehr zweifelhaft ist, ob irgend eine Wirkung, die von der des einfachen Zinks verschieden ist, entsteht, wenn zwar beide Metalle mit demselben feuchten Körper, aber nicht unter sich verbunden sind.

Da unter allen Elementen, in welche die Voltaische Säule zerlegt werden kann, das nach Versuch 10 construirte das einige ist, in welchem wir die Erscheinungen wieder finden, die, wie sich weiter unten zeigen wird, der Säule selbst eigenthümlich sind; so scheint mir dieses Element, und nur dieses allein, den Namen *des einfachsten Gliedes der Säule* mit Recht tragen zu können. Ich nenne daher hinfüro „*einfache geschlossne Kette*" Zink und Gold, die an einer Stelle durch einen feuchten ein Continuum bildenden Körper, und an einer andern metallisch mit einander verbunden sind; und „*einfache offne Kette*" Zink und Gold, die durch

einen zusammenhängenden feuchten Körper, aber nirgends metallisch mit einander verbunden sind.*)

Gelegentlich glaube ich hier bemerken zu müssen, dass, da die einzige wirksame einfache Kette diese ist: ein feuchter Körper zwischen metallisch verbundnem Zink und Golde befindlich, ohne allen Widerspruch der *Oxygenpol* dieser einfachen Kette an der Zink- oder electrischen Plusseite, der *Hydrogenpol* aber an der Gold- oder electrischen Minusseite derselben zu suchen sey, wenn man diese Benennungen nach dem bestimmen will, was sich an jedem Metalle da, wo es den feuchten Körper berührt, anzuhäufen scheint, und wenn man nicht lieber statt Oxygen- und Hydrogenpol, *Säurepol* und *alkalischer Pol* sagen will. Die Voltaische Säule besteht aus einfachen Ketten, die nach einer bestimmten Regel an einander gereiht sind; und wenn man auch hier das, was in der Säule selbst vorgeht, als Bestimmungsgrund für die Namen ansieht, so sind auch in der Säule die Zinkplatten die Collectoren oder die Pole für das Oxygen, und die Goldplatten die Hydrogenpole. Einfache, allen Ketten

*) Da der Contact beider Metalle die Wirksamkeit der Kette begründet, so möchte wohl richtiger mit Hrn. Dr. Reinhold, *Annal.*, X, 305, folgende Kette: *fL*, *G*, Z, *fL*, für die *einfache offne Kette* zu nehmen seyn; wodurch denn einiges im Folgenden modificirt, doch nichts wesentlich geändert würde. *d. H.*

gemeinschaftliche Pole hat eine solche geschlossne Säule gar nicht; denn ihre Glieder bilden einen Kreis ohne Anfang und ohne Ende.

D. *Von den Erscheinungen, welche entstehn, wenn mehrere offne einfache Ketten zu einem durchaus homolog construirten geschlossnen oder halb unterbrochnen Kreise mit einander verbunden werden; oder von der vollkommen und der unvollkommen geschlossnen Voltaischen Säule.*

Eine *vollkommen geschlossne Säule* nenne ich eine solche, deren gleichnahmige Theile einander durchaus gleich, und in der die einfachen offnen Ketten nach dem bekannten Gesetze so an einander gefügt sind, dass sie einen vollkommnen, überall gleichförmig construirten Kreis bilden. Wirkungen, welche sich in den feuchten Leitern ereignen, die sich zwischen den Metallplatten solcher zusammengereihter Ketten befinden, nenne ich *innere* oder *Centralwirkungen einer Säule.* Bei der vollkommen geschlossnen Säule sind diese Wirkungen denen der einfachen geschlossnen Kette völlig gleich.

20. Verbindet man zum Beispiel 2 einfache Ketten, die auf einer Glasplatte neben einander liegen,

1. Gold	6. Zink
2. Feuchte Papiere	5. Feuchte Papiere
3. Zink —	4. Gold

zu einer geschlossnen Säule, wie in beistehendem Schema, so zeigen sich dieselben Erscheinungen, und zwar gerade so schnell und so stark, als in der einfa-

chen geſchloſsnen Kette. Eben dies erfolgt, wenn man 3, 4 oder jede beliebige Anzahl einfacher offner Ketten nach dem angegebenen Geſetze zu einer geſchloſsnen Säule ſo an einander reiht, daſs immer das Gold der einen mit dem Zink der andern metalliſch verbunden wird, und alle zuſammen einen homolog conſtruirten Kreis bilden. In Zeit von höchſtens einer Minute entſtehn unter allen Goldmünzen auf den Curcumapapieren rothe Ringe, und in jeder einzelnen Kette verhalten ſich die Erſcheinungen genau wie bei der einfachen geſchloſsnen Kette, ohne daſs weder eine Beſchleunigung noch eine Verſtärkung der Wirkungen der letztern wahrnehmbar wäre.

Eine *unvollkommen geſchloſsne Säule* nenne ich einen Zirkel von Ketten, deſſen homologer Bau irgendwo durch eine Abänderung der Aufeinanderfolge oder der Geſtalt ſeiner Theile unterbrochen iſt. Die chemiſchen Wirkungen, die dasjenige Stück einer ſolchen Säule hervorbringt, in welchem das Geſetz der vollkommen geſchloſsnen Säule befolgt iſt, nenne ich ebenfalls die *Centralwirkungen* derſelben; ſie ſind in dieſem Falle immer ſehr auffallend retardirt. Die chemiſchen Wirkungen hingegen, welche das disharmoniſch gebauete Stück des Zirkels hervorbringt, nenne ich die *Polarwirkungen einer ſolchen Säule.* Sie unterſcheiden ſich nicht nur durch den Ort ihres Vorkommens, ſondern auch noch dadurch von den vorigen, daſs ſie 1. immer bei weitem ſtärker als die Centralwirkungen

derſelben Säule ſind; 2. daſs ihre Stärke mit der Anzahl der Ketten, aus welchen die Säule beſteht, zunimmt.

Ich unterſcheide hierbei *zwei verſchiedne Arten der Unterbrechung* des homologen Baues einer vollkommen geſchloſsnen Kette.

α. Die *Aufeinanderfolge* der conſtituirenden Theile iſt in irgend einer Stelle der Säule verſchieden von der, welche zu einer vollkommen geſchloſsnen Säule nothwendig iſt. Man nehme aus einer vollkommen geſchloſsnen Säule eine einfache offne Kette heraus, oder öffne die Säule an irgend einer Stelle, wo ſich zwei ſolche einfache Ketten berühren, ſo erhält die Säule zwei Enden, deren jedes mit einem Metalle anfängt, welches, (gegen das Geſetz der vollkommen geſchloſsnen Säule,) nicht in Contact mit dem heterogenen Metalle einer andern einfachen Kette ſteht. Das eine Ende iſt der *Goldpol* einer einfachen offnen Kette, mit der nun die Säule anfängt; das andere Ende iſt der *Zinkpol* einer andern einfachen offnen Kette, mit der die Säule aufhört; beide kann man *Endpole* der ganzen Säule nennen.

Verbindet man dieſe Endpole der Säule durch einen *feuchten Leiter* mit einander, ſo entwickelt der *Zinkpol* die Eigenſchaften eines *Laugenſalzes*, der *Goldpol* aber die einer *Säure*, *) und beide Wirkun-

*) Man ſieht, daſs dieſe Polarbenennungen der Säule die entgegengeſetzten der jetzt durchgängig

gen nehmen mit der Anzahl der Ketten, aus welchen die Säule besteht, zu, und zeigen sich auffallender, wenn ihre beiden Endplatten in *Spitzen* auslaufen, auf welchen der feuchte Leiter liegt, der sie verbindet; die Central-Wirkungen in den übrigen Ketten aber sind, in Vergleichung mit denen in der vollkommen geschlossnen Säule, retardirt. Diese Polarwirkungen erscheinen schon deutlich bei einer aus zwei einfachen Ketten zusammengesetzten Säule, wenn ihre Endplatten auch nicht zugespitzt, sondern bloss durch einen auf den Flächen derselben liegenden Streifen von nassem gefärbten Papiere mit einander verbunden sind. Ein Beispiel wird dieses deutlicher machen.

21. Eine zweigliedrige nicht geschlossne Säule

1. Gold	6. Zink
2. Feucht. Papier	5. Feucht. Papier
3. Zink —	4. Gold

bestehe aus folgenden Elementen in beistehender Ordnung, wobei denn 3 und 4 in unmittelbarem Contacte, oder metallisch mit einander verbunden seyn müssen. Bei dieser Vorrichtung entsteht auf 2 und 5 nichts anderes, als wenn die Papiere auf blossem Zink lägen. Nun verbinde man aber 1 und 6 durch einen über beide hergelegten Streifen nassen Lackmuspapiers, und einen ähnlichen neben ihm angebrachten Streifen nassen Curcuma-

angenommnen sind, welches von der Oeffnungsart der Säule, wie sie der Verf. sich denkt, herrührt. d. H.

papiers. Bald erſcheinen in den Papieren 2 und 5 die gewöhnlichen Wirkungen der geſchloſsnen Säule, doch viel ſpäter und ſchwächer, als in dieſer, und zugleich wird das auf dem Golde 1 befindliche Ende des Lackmusſtreifens roth gefärbt, das des neben ihm liegenden Curcumaſtreifens aber bleibt gelb, indeſs das auf dem Zink 6 befindliche Ende des Lackmusſtreifens weiſslich-blau wird, (doch auch, wie vom einfachen Zink, hier und da rothe Flecke bekömmt,) und das daneben auf dem Zink liegende Ende des Curcumaſtreifens ſich ſehr ſtark braunroth färbt, mit einigen untermiſchten gelben Flecken.

22. Verbindet man die Endpole einer nach a geöffneten Säule nicht durch einen zuſammenhängenden feuchten Leiter, ſondern durch eine abwechſelnde Reihe von feuchten Leitern und Gold- oder Zinkſtücken, die zwiſchen dieſen feuchten Leitern liegen, doch ſo, daſs an beiden Polen der Säule immer unmittelbar ein feuchter Leiter anliegt, ſo erfolgen an den Polen der Säule eben die Veränderungen, wie bei einem einzelnen zuſammenhängenden feuchten Polarleiter, nur ſcheinen ſie etwas retardirt zu werden; die Metallſtücke aber, die den feuchten Polarleiter unterbrechen, entwickeln nun ſelbſt da, wo ſie an dieſem anliegen, alkaliſirende und ſäurende Eigenſchaften. Und zwar äuſsert immer das Ende des Metallſtücks, das gegen den alkaleſcirenden Pol der Säule gerichtet iſt, die ſäuren-

de, das Ende aber, das dem säurenden Pole der Säule entgegensteht, die alkalescirende Reaction.

⊙	
a. feucht. Pap.	b. feucht. Pap.
Gold	Zink
feucht. Pap.	feucht. Pap.
Zink —	Gold

23. So wird, wenn man in einer Säule, wie sie nebenstehendes Schema vorstellt, auf jedes der beiden Polarenden einen Streifen nasses Curcumapapiers a, b legt, und beide Papierstreifen durch Gold ⊙ mit einander in Verbindung setzt, auf dem Theile des Papiers b, der auf dem Zink, und auf dem Theile des Papiers a, in welchem ⊙ anliegt, eine alkalische Färbung erscheinen. Nimmt man statt des Curcumapapiers Lackmuspapier, so erscheint da, wo *a* auf dem Golde der Säule, und da, wo *b* an ⊙ liegt, eine saure Färbung. Alles dieses erfolgt eben so, wenn man statt des Golddrahtes ⊙ eine kleine Zinkstange nimmt, oder wenn man die feuchten Leiter *a* und *b* in mehrere Stücke trennt, und je zwei derselben durch Gold oder Zink mit einander verbindet.

β. Eine *andere Art der unvollkommnen Schliessung* einer Säule entsteht dann, wenn zwar das Gesetz der Aneinanderkettung ihrer Theile eben so befolgt ist, wie in der vollkommen geschlossnen Säule, aber in irgend einer der einfachen Ketten, aus welchen sie besteht, der feuchte Leiter *nur mit einer sehr kleinen Fläche der beiden Metallplatten*, zwischen denen er liegt, im Contacte steht, indess die feuchten Leiter der übrigen Ketten ihre Metallplatten in grossen Flächen berühren.

Gold	Zink
Zink	Gold
f. Pap.	f. Pap.
Gold — Zink	

24. Wenn man z. B. in einer Säule von beiſtehender Conſtruction das oberſte Gold mit dem oberſten Zink durch einen ſehr ſchmalen Streifen genäſsten Curcuma- und Lackmuspapiers verbindet, ſo entſteht auf dem Golde ſchnell eine ſtarke alkaliſche, auf dem Zink eine ſaure Färbung, indeſs die übrigen breiten naſſen Papiere in der Säule ſich nur ſehr langſam färben. Läſst man das Gold und den Zink in *Spitzen* ausgehen, ſo berührt der feuchte Leiter zwiſchen ihnen jedes mit der möglich kleinſten Fläche, und dann iſt auch der Effect am auffallendſten, der übrigens wie jede Polarwirkung mit der Anzahl der Ketten zunimmt, aus denen die Säule beſteht. Er iſt jedoch ſchon ſehr bemerklich, wenn man an einer einzelnen offnen Kette den Goldpol mit einer Zinkſpitze und den Zinkpol mit einer Goldſpitze armirt, und zwiſchen dieſe beiden Spitzen die farbigen feuchten Papiere legt, welches dann überhaupt die einfachſte Kette iſt, die Polarwirkungen äuſsern kann. Bei einer groſsen Säule entſtehn die Färbungen an den Spitzen beinahe im Augenblicke des Contacts, und nehmen ſehr ſchnell zu, ungeachtet die Färbungen der feuchten Papiere in den einzelnen Ketten nur ſehr langſam zunehmen.

25. Eine Säule von der Structur β bringt immer beträchtlich ſtärkere Polarwirkungen hervor, als eine Säule von der Structur α, wenn beide aus einer gleich groſsen Anzahl einfacher offner Ketten zuſammengeſetzt ſind.

26. Wenn der feuchte Leiter, der die Endpole der Säule β mit einander verbindet, kein Continuum bildet, sondern an einer oder mehrern Stellen durch Gold, oder Zink, oder beides unterbrochen ist, so erfolgen ganz dieselben Erscheinungen, wie bei der Säule α in 22.

Aus den Versuchen b, S. 302, Anm., 22 und 26 ergiebt sich noch ein merkwürdiger Unterschied zwischen den Centralwirkungen und Polarwirkungen einfacher Ketten. Es wurde nämlich durch den Versuch b, S. 302, Anmerk., gezeigt, dass die Centralwirkungen der einfachen geschlossnen Kette durchaus aufhören, so bald der feuchte Körper zwischen ihren Polen durch ein Goldstück in zwei getheilt ist; dagegen kann man den feuchten Leiter, der die beiden Pole der einfachsten unvollkommen geschlossnen Kette α verbindet, ohne Aufhebung ihrer Wirksamkeit in zwei und mehrere Stücke theilen, welche durch dazwischen gelegtes Gold von einander getrennt werden.

IV.

VERSUCH

einer hypothetiſchen Erklärung der im vorigen Aufſatze erzählten Thatſachen,

vom

Hofmedikus D. JÄGER
in Stuttgardt.

Geſchrieben im Mai und Juni.

Die Erſcheinungen des ſogenannten Galvanismus waren immer noch gleichſam als eine exotiſche Seltenheit anzuſehen, die der Zufall an das Ufer der bisherigen Phyſik getrieben hatte, bis Volta nicht nur auf die Bedeutenheit dieſes Funds aufmerkſam machte, ſondern auch die Richtung angab, nach welcher hin das wahre Vaterland deſſelben liegen muſs. Später ſcheint er den Zuſammenhang dieſer neuen Welt mit der alten völlig erwieſen und den Weg dahin ſo genau vorgezeichnet zu haben, daſs jeder weitere Reiſeplan ſehr überflüſſig erſcheinen könnte. Deſſen ungeachtet unterdrücke ich folgende Hypotheſe nicht. Sie giebt eines Theils den Leitfaden an, der mich bei meiner Unterſuchung, früher als mir Volta's letzter Aufſatz bekannt war, führte, und wird den Vorwurf des blinden Herumtappens von mir abwälzen; andern Theils ſind mehrere neue Reſultate, auf die ich gekommen bin,

mit der einfachen factischen Darstellung Volta's erst noch in Zusammenhang zu bringen, um so mehr, als es nicht scheint, dafs sie sich durch die mehr ausgeführten Theorien der Commentatoren Volta's erklären lassen werden; *) und zum wenigsten kann dieser Versuch, auch wenn er mir nicht geglückt wäre, dazu dienen, andern einen Umweg zu ersparen. Diese Betrachtung allein überwiegt die Schüchternheit, mit welcher ich ihn vorlege, und die hauptsächlich in dem Bewufstseyn liegt, zu einseitig von einer einzelnen Klasse von Erscheinungen ausgegangen zu seyn, ohne die unendliche Menge anderer indessen bekannt gewordener Thatsachen gehörig damit verglichen zu haben.

Die erzählten chemischen Phänomene der Voltaischen Ketten stehen bis jetzt als isolirte Thatsachen da, und haben kein anderes Coexistens, als die von Volta entdeckten *electrischen* Aeufserungen eben dieser Ketten. Schon dadurch wird das Unternehmen gerechtfertigt, die erstere durch die letztere zu erklären, wozu wir übrigens ohnehin durch eine Menge anderer Betrachtungen genöthigt werden.

1. *Von der Wirkung des Zinks für sich auf feuchte Körper, die mit ihm in Berührung stehen.* Das

*) Ich will hierbei nur an den Versuch b, Seite 302, Anm., erinnern, der sich nicht wohl mit der Meinung verträgt, dafs der feuchte Körper zwischen den Metallplatten blofs die Function eines Leiters der erregten Electricität habe. *Jägen.*

merkwürdige Phänomen der Bildung eines alkalisch und eines sauer reagirenden Stoffs auf der Fläche des befeuchteten Zinks soll hier blos in seiner Beziehung zu dem, was die Voltaische Säule hervorbringt, betrachtet werden; ich schliesse daher gefliſſentlich jede rein-chemische Untersuchung über dasselbe aus, und lasse für jetzt die Fragen, was für ein Laugensalz und was für eine Säure sich bildet, und ob in die Zusammensetzung des erstern Stickstoff mit eingehe und woher dieser komme, und so mehrere, ganz unberührt.

Meine Versuche beweisen Ein Mahl das Entstehen von zwei verschiedenen, in ihren chemischen Reactionen kenntlichen Stoffen, die unter und neben einander auf der Fläche des mit dem feuchten Körper im Contacte stehenden Zinks sich bilden, und sich so durch den feuchten Körper verbreiten, dass die alkalische Färbung in diesem den blank gebliebenen Stellen des Zinks, die saure Färbung aber den oxydirten Stellen desselben entspricht. Volta's Versuche zeigen, dass zu gleicher Zeit zweierlei Electricitätszustände bei dieser Einwirkung des Metalles auf den feuchten Körper entstehen; denn er fand den befeuchteten Zink negativ-electrisch, und nirgends entsteht die eine Electricität ohne die andere.

Diese beiden Thatsachen lassen unter andern möglichen Deutungen auch die Hypothese zu: dass die im Contacte des Zinks mit dem feuchten Körper entstehenden Electricitäten aus dem letztern

einen

einen *säurenden* und einen *alkalescirenden Stoff abtrennen*, deren einer *in der positiven Electricität aufgelöst wird*, indessen sich der andere *mit der negativen Electricität verbindet*, und diese Vorstellung erhält einigen Schein durch die bekannten Versuche mit der gemeinen Electricität, durch die man das Wasser in Sauerstoffgas und in Wasserstoffgas zerlegen kann, wovon jener zur Säure und dieser zur Alkalibildung erfordert wird.

Diesen *electrischen Auflösungen* schreibe ich nun, ebenfalls bloss hypothetisch, folgende Eigenschaften zu, die sich zwar nicht erweisen, aber durch die allgemeinen Gesetze der chemischen Wahlverwandtschaft doch rechtfertigen und zum Theil wahrscheinlich machen lassen:

a. Keine dieser Auflösungen äussert eine chemische Wirkung auf die andere, sondern in jeder ist die Affinität, die ihr freier Grundstoff gegen den der andern zeigen würde, so gebunden, dass sich jede bloss mechanisch unter die andere gemengt, durch den feuchten Leiter vertheilt.

b. Jede wird von der ihrem electrischen Auflösungsmittel entgegengesetzten *freien* Electricität angezogen und zersetzt, so dass, indem sich ihr electrisches Auflösungsmittel mit dieser freien Electricität verbindet, der säurende oder alkalescirende Stoff aus ihr niederfällt. Freie positive Electricität zerlegt also die negative electrische Auflösung, und durch freie negative Electricität wird die positive electrische Auflösung zerlegt.

c. Jede wird von der mit ihrem electrischen Auflösungsmittel gleichartigen Electricität zurückgestofsen.

d. Beide Auflösungen zersetzen sich, aber nur allmählig, an Metallen und andern leitenden Substanzen, indem ihre electrischen Auflösungsmittel in diese leitenden Körper übergehen.

Die Färbungen auf dem Zink entstehen also hiernach aus dem Niederschlage der säurenden und alkalescirenden Basen, denen der Zink ihre electrischen Auflösungsmittel entzieht. Eben weil sowohl die positive als die negative Auflösung auf diese Art von ihm zersetzt werden, und also beide Electricitäten in ihn einströmen und in ihm sich gegenseitig vernichten, kann dieser Prozefs beständig fortdauern, so lange noch electrische Auflösungen vorhanden sind, oder gebildet werden, und eben deswegen kann der Zink nie eine bemerkliche electrische Ladung von irgend einer Art annehmen. Der geringe Ueberschufs von negativer Electricität, die endlich an ihm wahrnehmbar wird, rührt vielleicht von der gröfsern Zerstreuung der positiven Electricität durch Verdünstung der Flüssigkeit aus dem feuchten Körper her.

2. *Von den Wirkungen der einfachen geschlofsnen Kette.* Liefse sich eine Einrichtung treffen, durch welche dem Zink ein beständiger Strom von positiver Electricität zugeführt würde, indefs der feuchte Körper, mit welchem er belegt ist, mit einem andern Leiter, z. B. mit Gold, in das sich eben so ein

beſtändiger Strom von negativer Electricität ergöſſe, in Berührung ſtünde, ſo müſste, (nach b,) Folgendes erfolgen: Die in den Zink einſtrömende poſitive Electricität würde die negativ-electriſche Auflöſung an ſich ziehen und zerſetzen, und die Baſis dieſer Auflöſung würde ſich auf der Zinkfläche niederſchlagen; dagegen würde die freie negative Electricität des Goldes die poſitive Auflöſung anziehen und aus ihr die aufgelöſt geweſene Baſis niederfällen, die ſich dann an der Fläche des den feuchten Körper berührenden Goldes anhäufen würde. Das heiſst: es müſsten unter dieſen Bedingungen die Wirkungen der einfachen geſchloſsnen Kette entſtehen, die in der Disjunction der beiden chemiſchen Aeuſserungen und in der abgeſonderten Anhäufung einer jeden derſelben an einer von der andern getrennten Stelle beſtehen. Nun ſind aber jene Bedingungen durch den Bau der einfachen geſchloſsnen Kette wirklich erfüllt; denn nach Volta's Verſuchen wird der mit dem Golde in Contact ſtehende Zink poſitiv-, das ihn berührende Gold aber negativ-electriſch, und dieſe Electricitätserregung findet jedes Mahl ſtatt, ſo oft beide Metalle Null-Electricität haben und ſich berühren. Indem aber der poſitiv-electriſche Zink einen Theil der negativen Auflöſung zerſetzt, wird ſeine Electricität wieder null, und eben ſo geht es mit der negativen Electricität des Goldes, indem ſie einen Theil der poſitiven Auflöſung zerſetzt. So wechſeln alſo in jedem Augenblicke Erregung und Wiederzerſtö-

rung der durch Erregung entſtandenen Electricität mit einander ab, und das Reſultat iſt, immer erneuerte Ladung des Zinks mit poſitiver und des Goldes mit negativer Electricität, und fortgeſetzte Zerſetzung beider electriſcher Auflöſungen mit ihren ſichtbaren Wirkungen.

Da wir nun wiſſen, daſs ſich an dem poſitiv-geladenen Zink die Baſis der negativ-electriſchen Auflöſung niederſchlägt, und daſs der Stoff, deſſen Wirkungen auf der Zinkfläche ſichtlich werden, die Eigenſchaften einer Säure äuſsert; ſo folgt daraus, *daſs die negativ-electriſche Auflöſung den ſäurenden Stoff zur Baſis hat*, ſo wie in der *poſitiv-electriſchen Auflöſung die alkaleſcirende Baſis befindlich ſeyn muſs*, die ſich an dem Golde anſammelt, indem die immer erneuerte negative Electricität deſſelben dieſe poſitiv-electriſche Auflöſung zerſetzt.

Wenn man bloſs den Zink mit Gold und einem feuchten Körper verbindet, ohne das Gold mit dem feuchten Körper in Berührung zu ſetzen, und den ganzen Apparat iſolirt, ſo kann die erregte poſitive Electricität des Zinks nicht auf die negativ-electriſche oder ſäurende Auflöſung wirken, weil ſie an der erregten negativen Electricität des Goldes ein beſtändiges Gegengewicht findet. Denn Volta's Verſuche beweiſen, daſs die erregte Electricität des einen Metalles nur dann als frei wirkt, wenn die des andern Metalles beſtändig abgeleitet wird. Der Zink wäre alſo in dieſem Falle als null-electriſch anzuſehen, und das Reſultat des Verſuchs würde daſſelbe

wie bei einfachem Zink ſeyn. Verbände man das Gold mit dem Erdboden, ſo würde die poſitive Electricität des Zinks allerdings freier werden, allein das Gold würde doch nicht in eben dem Maaſse ſeine negative Electricität verlieren, als wenn ſie ſich beſtändig an der ihr zuſtrömenden poſitiv-electriſchen Auflöſung vernichten könnte. Das Quantum der Verſchiedenheit dieſer Abſtufungen der Wirkſamkeit läſst ſich nicht beſtimmen; die Verſuche zeigen, daſs es ſehr beträchtlich ſeyn muſs, denn wir ſehen auch in dieſem Falle bloſs die Wirkungen des einfachen Zinks entſtehen, zur Deutlichmachung feinerer Nüancen aber ſind unſre Beobachtungsmittel noch zu roh.

3. *Von den Wirkungen der einfachen geſchloſsnen Kette, deren feuchter Körper durch Zink oder durch Gold in zwei Stücke getrennt iſt.* Eine Zinkſcheibe, die zwiſchen den beiden Blättern des feuchten Leiters eingeſchloſſen iſt, producirt auf ihren beiden Flächen electriſche Auflöſungen. Das durch Erregung negativ electrifirte Gold zieht die poſitiv-electriſche Auflöſung an, die ſich zwiſchen ihm und dem eingeſchobnen Zink bildet, und ſtöſst, (nach c,) die negativ-electriſche Auflöſung von ſich ab. Eben ſo zieht der durch Erregung poſitiv-electriſche Zink die negative Auflöſung an, die ſich zwiſchen ihm und dem eingeſchobnen Zink bildet, und ſtöſst hingegen die poſitive Auflöſung von ſich ab. An der einen dem Golde zugekehrten Fläche des ein-

geſchobnen Zinks ſammelt ſich nun alſo negative Auflöſung, an der andern dem Zink der Kette zugekehrten Fläche deſſelben poſitive Auflöſung an, und jede wird an einer dieſer Flächen eben ſo zerſetzt, wie es beim einfachen Zink geſchieht, nur daſs bei dieſem beide Auflöſungen unter einander gemengt an einer und eben derſelben Metallfläche zerſetzt werden, und alſo auch die aus ihnen abgetrennten Baſen unter einander gemengt erſcheinen.

Iſt der feuchte Körper der Kette durch ein Goldſtück unterbrochen, ſo wird zwiſchen dieſem und dem Golde der Kette keine electriſche Auflöſung producirt. Das Gold der Kette kann alſo auch die in ihm erregte negative Electricität nicht abgeben, und der Zink befindet ſich in der Lage, von der am Ende von 2 die Rede war.

4. *Von den Wirkungen der vollkommen geſchloſsnen Voltaiſchen Säule.* Es fällt von ſelbſt in die Augen, daſs ſich jede einfache offne Kette *A* innerhalb der vollkommen geſchloſsnen Säule durchaus in derſelben Lage befindet, als wenn *ſie ſelbſt* geſchloſſen wäre. Denn das durch Erregung electriſche Gold dieſer Kette *A* befindet ſich in der Lage, poſitive Auflöſung anzuziehen, und iſt mit dem Zink der nächſten Kette verbunden, der durch Erregung poſitiv geladen, ſich in der Lage befindet, negative Auflöſung anzuziehen. Eben ſo ſind an dem Zink der Kette *A* vollkommen die Bedingungen der einfachen geſchloſsnen Kette erfüllt, und

beides gilt von jeder in der Säule befindlichen einfachen offnen Kette. Ueberall kann alſo Zink und Gold durch Zerſetzung der electriſchen Auflöſungen null-electriſch werden, und überall können ſich beide durch Erregung von neuem mit + und — *E* laden; und ſomit wird in jeder Kette der Prozeſs eingeleitet und fortgeſetzt, der in der einfachen geſchloſsnen Kette ſtatt findet.

5. *Von den electriſchen Polen offner Säulen, welche chemiſche Polarwirkungen zu äuſsern im Stande ſind, wenn ihre Enden durch einen feuchten Leiter verbunden werden.* Die chemiſchen Polarwirkungen einer unvollkommen geſchloſsnen Säule laſſen ſich nur aus dem electriſchen Zuſtande ihrer beiden Pole erklären, und die Betrachtung des letztern gehört daher nothwendig zu dieſer Unterſuchung, die ſich übrigens nicht mit den rein-electriſchen Phänomenen der Säule beſchäftigt. Die Erklärung der electriſchen Polarität der Säule macht eigentlich den weſentlichſten Theil einer jeden Theorie derſelben aus, und es wird mir daher erlaubt ſeyn, die Erfahrungsſätze, die wir über jene Polarität kennen, einzeln zu entwickeln, um wenigſtens durch Deutlichkeit das Urtheil über ihre Verträglichkeit mit der hier vorgetragnen Hypotheſe zu erleichtern.

a. Eine iſolirte offne Säule zeigt an ihrem einen Ende poſitive, und am andern Ende negative Electricität.

A.	B.
Gold 2.	Gold 2.
Zink 1.	Zink 1.
Gold 1.	Gold 1.
Zink 2.	Zink 2.

Die beiden einfachſten polariſchen offnen Säulen ſind folgende: In der Kette *A* erhält das Gold 1 negative, und der Zink 1 poſitive Electricität durch Erregung. Jene zieht aus dem das Gold berührenden feuchten Körper die poſitive Auflöſung an, und ſtöſst die negative Auflöſung gegen den Zink 2 zurück; dieſe hingegen zieht aus dem den Zink 1 berührenden feuchten Körper die negative Auflöſung an und ſtöſst die poſitive gegen das Gold 2 zurück. So ſammelt ſich alſo unter dem Golde 2 poſitive Auflöſung und unter dem Zink 2 negative Auflöſung an. Beide werden von dem Metalle zerſetzt, unter dem ſie ſich ſammeln, wie von jedem andern Leiter, und ſomit muſs alſo das Gold 2 poſitiv-, der Zink 2 negativ-electriſch werden. Die Gründe dieſer Ladung der Säulenpole gelten eben ſo, wenn ſich zwiſchen dem Zink 1 und Gold 1 noch eine beliebige Anzahl von Ketten befindet, und ſie findet alſo überhaupt bei jeder auf die Art *A* geöffneten Säule ſtatt.

Bei der Säule *B* werden beide Enden durch Erregung zwiſchen den heterogenen Metallen electriſch, und zwar ſtärker als durch die einfache Erregung; denn die in dem Golde und Zink 1 durch dieſe Erregung entſtandnen Electricitäten werden durch ihre Verwandtſchaft zu den electriſchen Auflöſungen in dem zwiſchen ihnen liegenden feuchten Körper gebunden. Wenn aber dieſe gebunden ſind, ſo müſſen die Electricitäten in den Platten 2 und 2

freier erſcheinen. Alles dies gilt von jeder auf die Art *B* geöffneten Säule, zwiſchen deren Endplatten ſich eine beliebige Anzahl einfacher Ketten befindet.

β. Je gröſser die Anzahl einfacher Ketten iſt, aus welchen eine offne iſolirte Säule beſteht, um ſo ſtärker iſt auch die Electricität ihrer Endpole.

Wenn man auf das Gold 2 einer einfachen polariſchen Kette von der Form *A* eine neue Zinkplatte 3 legt, ſo wird in dem Golde 2 durch ſie negative Electricität erregt; das Gold 2 wird alſo ſtärker als zuvor die poſitive Auflöſung des an ihm anliegenden feuchten Körpers anziehen und die negative Auflöſung ſtärker gegen den Zink 1 zurücktreiben. Dieſe wird nun mächtiger auf die vom Golde 1 aus erregte poſitive Electricität des Zinks 1 einwirken und ein gröſseres Quantum derſelben binden. Dadurch aber wird die negative Electricität des Goldes 1 mehr frei, und alſo in den Stand geſetzt, ebenfalls kräftiger die poſitive Auflöſung aus dem am Golde 1 anliegenden feuchten Körper anzuziehen, und die negative Auflöſung ſtärker gegen den Zink 2 zurückzuſtoſsen, der ſich nun durch Zerſetzung ſtärker negativ laden kann. Der Zink 3, den man auf das Goldſtück 2 gelegt hat, muſs ſelbſt auch eine ſtärkere poſitive Ladung annehmen, als zuvor der Zink 1 hatte; denn da auf die im Golde 2 erregte negative Electricität nicht nur diejenige poſitive Auflöſung bindend wirkt, welche es aus dem feuchten Körper

Gold 4.
Zink 3.
Gold 2.
Zink 1.
Gold 1.
Zink 2.
Gold 3.

anzieht, ſondern auch diejenige, die ihm durch Zurückſtoſsung von dem poſitiv electriſirten Zink 1 aus zugetrieben wird, ſo muſs die erregte negative Electricität des Goldes 2 ſtärker gebunden werden, als es die des Goldes 1 war, und dieſe ſtärkere Bindung hat nothwendig ein mehreres Freiwerden der poſitiven Electricität des Zinks 3 zur Folge. Legt man nun auf den Zink 3 wieder einen feuchten Körper und auf dieſen ein Goldſtück 4, ſo wird der ſtärker poſitiv-electriſche Zink 3 die negative Auflöſung ſtärker anziehen und die poſitive ſtärker gegen das Gold 4 zurücktreiben, und ſomit wird auch das Goldſtück 4 ſtärker poſitiv geladen werden.

Dieſelben Urſachen und Wirkungen wiederholen ſich bei jedem Hinzufügen einer neuen Kette; immer wird die entſtehende neue Erregung an dem einen Pole der alten Säule dem andern Säulenpole, und der Einfluſs der alten Säule ſelbſt dem freien Ende der hinzugefügten Kette verſtärkte Electricitäten mittheilen.

Für eine auf die Art *B*, (in *α*,) geöffnete Säule bedarf dieſer Satz keiner beſondern Deduction. Denn wenn gezeigt worden iſt, daſs in der vorigen Säule der Zink 3, den man auf das Goldſtück 2 legt, verſtärkte Electricität annehmen muſs, ſo läſst ſich dies ganz eben ſo für ein Goldſtück 3 erweiſen, das unter den Zink 2 gelegt wird; dadurch wird aber die Säule *A* zu einer auf die Art *B* geöffneten Säule.

γ. Wenn der eine Pol einer iſolirten Säule mit

dem Erdboden in Verbindung gesetzt wird, so verstärkt sich die Electricität des andern.

Der Zink 2 in der obigen Säule *A* kann nur bis auf einen bestimmten Grad electrisch geladen werden, der von den Affinitäts-Verhältnissen der Stoffe unter einander und von der zurückstofsenden Kraft im Golde 1 abhängig ist. Hat er einmahl diesen Grad von negativer Electricität angenommen, so fängt er selbst an zurückstofsend auf die negative Auflösung und anziehend auf die positive zu wirken, und damit die Ansammlung der positiven Auflösung am Golde 1 zu beschränken. Wird nun der Zink 2 ableitend berührt, so kann er ein gröfseres Quantum negativer Electricität in sich aufnehmen, also die negative Auflösung stärker an seiner Fläche ansammeln. Eben dadurch wird aber auch eine stärkere und mehr dauernde Ansammlung der positiven Auflösung am Golde 1 möglich, die eine gröfsere Bindung der negativen Electricität dieses Goldes 1 zur Folge hat, wodurch die positive Electricität des Zinks 1 freier, also wirksamer wird, die negative Auflösung des feuchten Körpers auf dem Zink 1 anzuziehen und die positive Auflösung desselben dem Golde 2 zuzutreiben, das sich aus diesem Grunde stärker mit positiver Electricität laden mufs. Auf dieselbe Art mufs, wenn das Gold 2 ableitend berührt wird, dem Zink 2 mehr negative Electricität zugetrieben und dieser stärker negativ geladen werden. Diese Verstärkung wird aber in der nächsten

Gold 2.
Zink 1.
Gold 1.
Zink 2.

Kette, die man an dem verſtärkten Pole der Säule anbringt, aus denſelben Gründen eine ähnliche Verſtärkung der Electricität ihrer Endplatte bewirken; und ſomit gilt es überhaupt von jeder offnen Säule dieſer Art, daſs ſich die Electricität der einen Endplatte verſtärkt, wenn man die der andern ableitend berührt.

Bei einer einfachen polariſchen Säule von der Form *B* hängt die Stärke der Electricität des Goldes 2 von der Bindung der Electricität des Zinks 1 ab, dieſe aber beruht auf der Stärke der Einwirkung der negativen Auflöſung auf den Zink 1, welche wieder durch die Stärke der zurückſtoſsenden Kraft des Goldes 1 beſtimmt wird, und dieſe verſtärkt ſich, ſobald der Zink 2 ableitend berührt wird. Daſs ſich aber dieſer verſtärkende Effect der am Zink 2 angebrachten Ableitung immer fortſetzt, es mögen auf dem Golde 2 noch ſo viele Ketten liegen, iſt für ſich klar.

Gold 2.
Zink 1.
Gold 1.
Zink 2.

δ. Das Electrometer zeigt, je nachdem es an verſchiednen Punkten einer iſolirten oder mit einem Pole ableitend verbundnen offnen Säule angebracht wird, verſchiedne Arten und Grade von Electricität.

Verbindet man den Pluspol einer iſolirten offnen Säule mit einem Electrometer, ſo wird dieſes den Grad der electriſchen Spannung dieſes Pols anzeigen; verbindet man zu gleicher Zeit mit eben dieſem Electrometer den Minuspol einer andern off-

nen isolirten Säule von derselben Anzahl von Ketten, so wird diese die vorige Plusladung des Electrometers aufheben und es wird nun Null-Electricität zeigen. Ist aber die das Electrometer mit ihrem Minuspole berührende Säule kleiner oder gröſser, als diejenige, deren Pluspol mit dem Electrometer verbunden ist, so wird dieſes den Ueberschuſs der Electricität des einen Pols über die des andern anzeigen. Nun befindet sich aber jedes Electrometer, das an irgend einer Platte einer isolirten Säule angebracht wird, eigentlich in Verbindung mit dem Plus- und Minuspole zweier isolirter Säulen, die in jener Platte zusammenstoſsen. Wird es in der Mitte der ganzen Säule angebracht, so liegt es zwischen zwei gleich groſsen Säulen und zeigt Null; wird es näher beim Pluspole der ganzen Säule angebracht, so berührt es den Minuspol des kleinern Stücks der Säule, das zwischen ihm und dem Pluspole der ganzen Säule liegt, und den Pluspol des gröſsern Stücks, das sich zwischen ihm und dem Minuspole der ganzen Säule befindet, und zeigt also den Ueberschuſs des letztern über den erstern, der um so gröſser seyn muſs, je näher am Pluspole der ganzen Säule das Electrometer angebracht wird. Eben dies gilt von dem Uebergewichte des negativen Pols einer gröſsern isolirten Säule über den positiven einer kleinern, zwischen welchen sich das Electrometer befindet, wenn es näher am negativen als am positiven Pole einer ganzen isolirten Säule angebracht wird. Wird das Electrometer an irgend einer Plat-

te einer Säule angebracht, deren einer Pol mit der Erde verbunden ist, so stöfst es einer Seits an den einen Pol einer isolirten Säule, anderer Seits aber an den entgegengesetzten Pol einer mit der Erde verbundnen Säule. Da nun der letztere immer weit stärker electrisch ist, als der erstere, der kaum bemerklich wird, so zeigt das Electrometer immer nur die überwiegende Electricität von demjenigen Säulenstücke an, das sich zwischen ihm und dem mit der Erde verbundnen Ende der ganzen Säule befindet, und die um so gröfser seyn mufs, je gröfser dieses Säulenstück selbst ist.

6. *Von den chemischen Centralwirkungen offner Säulen.* Es ist oben, (5, γ,) bemerkt worden, dafs die electrische Ladung der Endplatten einer offnen isolirten Säule von der Form *A* bestimmte Grenzen hat. So wie sie diese erreicht, hören die Endplatten auf disjungirend auf die electrischen Auflösungen zu wirken, und es erfolgt in den beiden Endketten der Säule ein Zustand des ruhigen Gleichgewichts, indem sich der feuchte Körper derselben zwischen zwei gleichnahmig electrisirten Metallen befindet. Das mit der übrigen Säule verbundne Gold der einen Endkette wird also nun aufhören, ferner positive Electricität an sich anzusammeln und zu zersetzen; seine Electricität wird also auch nicht weiter vernichtet und die des an ihm anliegenden Zinkstücks nicht weiter frei werden. Derselbe Stillstand erfolgt am andern Ende der Säule, und somit haben die cessirenden Actionen der beiden

Endketten vollkommne Ruhe der disjungirenden Actionen aller Ketten in der Säule zur Folge, und das endliche Resultat wird blofs allmählige Zersetzung der Auflösungen und vermischter Niederschlag ihrer Basen an den Metallen seyn.

Da sich die Endplatten einer auf die Art *B* geöffneten isolirten Säule ihrer angehäuften Electricitäten nicht entledigen können, so mufs in ihren Endketten ebenfalls eine vollkommne Ruhe eintreten, und sie kann also in Rücksicht ihrer innern Wirksamkeit auch kein andres Resultat geben, als die Säule *A*.

In einer an einem ihrer Pole mit der Erde verbundnen Säule entsteht an dem andern Pole aus denselben Gründen wie bei der isolirten Säule eine vollkommne Ruhe. Ihr Einflufs mufs sich durch die ganze Säule hindurch bis auf den ableitend berührten Pol erstrecken; denn jede Metallplatte in der Säule kann nur dann fortdauernd zersetzend auf die electrischen Auflösungen wirken, wenn sie mit einer andern in Berührung ist, die sich ebenfalls in der Lage befindet, dieses thun zu können.

In der offnen Säule wird also der Prozefs der Disjunction und abgesonderten Zersetzung der electrischen Auflösungen nur angefangen, nicht fortgesetzt; für uns aber wird er nicht bemerklich weil wir nur die Wirkungen seiner Fortdauer in den angehäuften chemischen Niederschlägen erkennen.

7. *Von den Veränderungen, die in einer offnen Säule vorgehen, indem sie vollkommen geschlossen*

wird. In den Endplatten einer auf die Art *A* geöffneten Säule sammeln sich freie entgegengesetzte Electricitäten an. Verbindet man sie durch einen metallischen Bogen mit einander, so werden sie sich für immer gegenseitig zerstören. Aber das negativ geladne Zinkende wird nicht nur seine ganze negative Electricität verlieren, indem man es mit dem positiv geladnen Goldende verbindet, sondern es wird jetzt, wie jedes Mahl, wenn es mit Gold in Contact kommt, von diesem aus, durch Erregung, positiv geladen werden, indefs das Gold negativ-electrisch wird. Nun wirkt also der Zink wieder anziehend und zersetzend auf die negative Auflösung, das Gold auf die positive; und da beide Endmetalle in jedem Augenblicke einander durch Erregung aufs neue electrisch polarisiren, so wird dieser Prozefs fortgesetzt. Er kann also jetzt in beiden Endplatten beständig fortdauern; und damit ist das Hindernifs aufgehoben, das sich in der offnen Säule seiner Fortdauer und der Hervorbringung der Centralwirkungen in derselben entgegensetzte.

Bei einer auf die Art *B* geöffneten Säule werden, indem man sie vollkommen schliefst, die angehäuften Electricitäten ihrer beiden Endplatten ebenfalls einander aufheben, und von diesem Augenblicke an machen die beiden Endplatten eigentlich blofs Theile des metallischen Bogens aus, der die Schliefsung bewirkt, und die Säule selbst wird zu einer auf die Art *A* construirten und mufs dieselben Erscheinungen wie jene zeigen.

8.

8. *Von den chemiſchen Polarwirkungen einer offnen Säule, deren Enden durch einen feuchten Leiter mit einander verbunden ſind.* Indem ſich die poſitive Electricität des Pluspols einer offnen Säule in den ſchlieſsenden feuchten Leiter ergieſst, um ſich mit der vom Minuspole derſelben Säule in ihn einſtrömenden negativen Electricität zu verbinden, werden beide, jede von ihrer Seite her, dem feuchten Leiter ihre eigenthümlichen Electricitäten mittheilen; zu gleicher Zeit aber wirkt jede chemiſch auf die Flüſſigkeit deſſelben, auf eine analoge Art, wie der Zink für ſich chemiſch auf einen ihn berührenden feuchten Körper wirkt. Jede bringt eine electriſche Auflöſung hervor, und dieſe Auflöſungen beſitzen wieder dieſelben Eigenſchaften, die ich oben hypothetiſch den Auflöſungen zugeſchrieben habe, die der Zink für ſich producirt.

Die einſtrömende poſitive Electricität bildet eine poſitiv-electriſche oder alkaliſche Auflöſung, und die vom Minuspole herbeigeführte negative Electricität bildet eine negativ-electriſche oder ſaure Auflöſung; jede dieſer Auflöſungen wird von dem Pole, an welchem ſie ſich bildet, abgeſtoſsen und von dem andern Pole angezogen und hier zerſetzt, weil ſie an ihm die ihrem Auflöſungsmittel entgegengeſetzte Electricität frei antrifft. Am Pluspole der Säule muſs alſo immer der Niederſchlag der negativen Auflöſung, alſo die ſäurende Baſis erſcheinen; am Minuspole der Säule hingegen der alkaleſcirende Niederſchlag der poſitiven Auflöſung.

Sind die Säulenpole nicht durch einen zusammenhängenden feuchten Leiter mit einander verbunden, sondern ist dieser durch ein oder mehrere Gold- oder Zinkstücke ein oder mehrere Mahl unterbrochen, so wird das Ende des Zwischenleiters, das dem Pluspole der Säule am nächsten liegt, durch Atmosphärenwirkung von diesem Pluspole aus negativ-electrisch, und es wird an ihm negative Auflösung gebildet, und dagegen die vom Pluspole der Säule kommende positive zersetzt werden. Das dem Minuspole der Säule zunächst liegende Ende des Zwischenleiters wird dagegen durch Atmosphärenwirkung positiv-electrisch, und wirkt als ein positiver Pol auf den zwischen ihm und dem negativen Säulenende liegenden Theil des feuchten Körpers. Ist der metallische Zwischenleiter in zwei oder mehrere Stücke getheilt, die immer durch einen feuchten Leiter paarweise mit einander verbunden sind, so entsteht an jedem dem Pluspole der Säule zugewandten Ende negative, und an jedem dem Minuspole der Säule zugekehrten Ende der Metallstücke positive Electricität, jede von der ihr eigenthümlichen chemischen Einwirkung auf den feuchten Körper und auf die electrischen Auflösungen begleitet.

Dass dieser Prozess immer fortdauert, so lange die Säulenpole noch Electricität erhalten, ist begreiflich, wenn man bedenkt, dass jeder durch Atmosphärenwirkung entstandne electrische Pol seine Electricität in jedem Augenblicke wieder durch

Zerſetzung der ihm zugetriebnen electriſchen Auflöſung verliert, und alſo immer wieder in Stand geſetzt wird, durch den Einfluſs der Säulenpole aufs neue electriſch polariſirt zu werden. Die Stärke der Polarwirkungen hängt von der Schnelligkeit ab, mit welcher ſich die electriſchen Auflöſungen in dem feuchten Polarleiter bilden und zerſetzen; dieſe aber ſteht unter dem Einfluſſe verſchiedner Umſtände. Vorzüglich ſcheint ſie auch von dem Grade der electriſchen Tenſionen an den Säulenpolen beſtimmt zu werden, und daher nehmen die Polarwirkungen mit der Anzahl der Ketten zu, aus denen die Säule beſteht.

9. *Von den Centralwirkungen der unvollkommen geſchloſsnen Säulen.* Die Vereinigung der poſitiven Electricität des Pluspols einer offnen Säule mit der negativen Electricität des Minuspols derſelben geſchieht zwar, wie wir geſehen haben, durch einen feuchten Leiter eben ſo gut, wie durch einen metalliſchen, allein im erſten Falle wird dies nur mittelſt mehrerer Zwiſchenprozeſſe bewirkt, und die Entladung der Pole einer ſolchen Säule geht daher bei weitem langſamer von ſtatten, als wenn ſie vollkommen geſchloſſen wäre. Dadurch aber werden die Centralwirkungen derſelben durchaus retardirt werden müſſen, wie es die Erfahrung auch wirklich zeigt.

10. *Allgemeine Geſichtspunkte, von welchen aus dieſe Theorie beurtheilt werden muſs.* Die hier vor-

getragne Theorie enthält eigentlich blofs einen Verfuch, die Wirkungen der Voltaifchen Säule aus dem wechfelfeitigen Einfluffe zu erklären, den die electrifche Polarität, welche der Zink im Contacte mit Gold entwickelt, auf die chemifch-electrifche Polarität äufsert, welche der Zink im Contacte mit einem feuchten Körper zeigt. Sie fetzt alfo voraus, dafs alle Erfcheinungen der Säule von jenem Wechfelverhältniffe abhängig feyen, und diefe Vorausfetzung ift vielleicht irrig, denn die Verfuche, auf welche die Theorie gebauet ift, betreffen nur eine gewiffe Klaffe von Erfcheinungen.

Die zur Erklärung felbft gebrauchte Hypothefe verträgt fich zwar mit allgemeinern chemifchen Gefetzen, allein fie ift keines weitern Erweifes durch Verfuche fähig, und alfo vielleicht grundlos. Die Ausführung endlich ift unvollftändig und nicht umfaffend genug, und es giebt alfo vielleicht Thatfachen, die fich nicht mit der Hypothefe vereinigen laffen.

Dies ift mein eignes Urtheil über den Werth diefer Arbeit, den ich vielleicht fcheinbar hätte erhöhen können, indem es nicht fchwer gewefen wäre, noch mehreres zu erklären, als hier gefchehen ift; allein diefer hinfällige Schmuck ift fehr überflüffig, ehe die innere Confequenz einer Theorie erwiefen ift. Hierüber von andern belehrt zu werden, ift mein eigentlicher Zweck, und die Wiffenfchaft fcheint wenigftens durch die

erzählten Thatſachen zum Beſitze einiger feſten Punkte weiter zu gelangen, durch welche dereinſt die Linie gezogen werden muſs, die unſerm Verſtande den Gang der Natur anſchaulich machen ſoll. Zwiſchen ihnen wird es noch lange Zeit Stellen geben, welche die Phantaſie mit willkührlichen Zeichnungen ausfüllt, bis endlich der feſten Punkte genug ſind, um das Geſetz zu entwerfen, nach welchem ſie ſicher und unabänderlich conſtruirt werden kann.

V.

Neue Art, die electrische Anziehung in Volta's Säule darzustellen,

von

A. C. Gerboin,

Prof. an der Medicinalschule zu Strafsburg. *)

Man nehme eine weite doppelschenklige Glasröhre, von 6 bis 9 Linien Durchmesser, **) fülle sie bis auf eine gewisse Höhe mit recht reinem Queckfilber, giefse darüber in beide Schenkel Wasser, und verschliefse sie mit Korkstöpseln, durch welche Golddrähte so locker gehn, dafs sie sich tiefer in das Wasser bis zum Queckfilber herab schieben lassen. Die Korkstöpsel müssen überdies ausgehöhlt seyn, damit man, ohne sie fortzunehmen, in das Innere der Röhre kommen kann. Man stellt die so zubereitete Röhre senkrecht, und setzt die Drähte mit den Enden einer Voltaischen Säule in leitende Verbindung.

Als die Golddrähte etwa 1 Zoll tief in das Wasser hinabreichten, stieg, sobald sie mit der

*) *Annales de Chimie*, t. 41, p. 196. *d. H.*

**) Im Originale steht 15 *à* 20 *Centimètres*, d. h. 5 bis 8 Zoll; eine offenbare Unrichtigkeit. Wie an dieser Stelle, so scheint in der ganzen Abhandlung im Originale statt *Millimètre*, *Centimètre* zu stehn; ich habe daher auch im Folgenden stets erstere statt letzterer gesetzt. *d. H.*

Säule verbunden wurden, von der Nadel des Silberpols Wasserstoffgas in Strömen auf, während die ihr gegenüber stehende Queckſilberfläche ſich ſchnell mit einer Lage Oxyd überzog, das anfangs grau, nachher ſchwarz von Farbe war. Die Queckſilberfläche im andern Schenkel behält ihren Metallglanz, und es ſteigt von ihr von Zeit zu Zeit Waſſerſtoffgas auf, während die gegenüberſtehende Goldnadel des Zinkpols Sauerſtoffgas entbindet. (Das Queckſilber, welches beide Waſſermaſſen trennt, verhält ſich hier folglich wie eine Nadel, welche zwei Gasapparate verbindet.)

Läſst man nun auf das Queckſilber in dem letztern Schenkel, wo es ſich nicht oxydirt, leichte und dünne Körper fallen, z. B. Sägeſpäne von Fernambuk, Glimmerblättchen, Blättchen ſchwarzes Queckſilberoxyd, oder Eiſenvitriol, Siegellackpulver u. ſ. w.; ſo ſieht man dieſe zwiſchen dem Queckſilber und der Goldnadel auf und ab tanzen, wobei ſie ſich häufig umdrehen. Dieſe Bewegung iſt nach der Verſchiedenheit der Umſtände ſtärker oder ſchwächer, und die Körperchen ſteigen manchmahl nur 1 Linie, andere Mahl, beſonders im Anfange, wohl 1 Zoll hoch.

Im andern Schenkel der Röhre kommen leichte Körper, auch wenn das Queckſilber noch nicht oxydirt iſt, in keine Art von Bewegung; ſobald man aber die Röhre umkehrt, und nun dieſen Schenkel mit dem Zinkpole verbindet, gerathen auch ſie in

Tanz, die Körperchen im erſten Schenkel dagegen in Ruhe.

Alle Körperchen, die ſich in dem einen Schenkel bewegen, nehmen zugleich in der Röhre einen beſtimmten Stand an, der von der Lage der Röhre abhängt. Steht die Röhre vollkommen ſenkrecht, ſo halten ſie ſich an den Wänden, und bilden, indem ſie ſich bewegen, eine kreisförmige Zone oder Bande. Iſt die Röhre etwas rückwärts oder ſeitwärts geneigt, ſo ſammeln ſie ſich an der entgegengeſetzten Seite an, und bilden eine Art von Wirbel, der ſich mitten im Waſſer um ſeine Achſe dreht.

Bei jeder Verrückung der Nadelſpitze verändert ſich die Bewegung der kleinen Körper, ſo wie die Geſtalt und Lage des Wirbels. Zieht man die Nadel ganz aus dem Waſſer, ſo hört die Bewegung plötzlich auf, und die Körperchen fallen auf die Oberfläche des Queckſilbers zurück. Schiebt man die Nadel wieder hinein, ſo fängt auch im Augenblicke, wo ſie die Oberfläche des Waſſers berührt, die Bewegung wieder an. Nähert man die Spitze dem Wirbel bis auf eine geringe Entfernung, ſo bildet ſich in dieſem eine halbkugelförmige Vertiefung, wie durch eine Art von Repulſion der nächſten Körperchen in der Spitze bewirkt, und der Wirbel nimmt eine mehr abgeplattete Geſtalt an, ohne ſeine Bewegung zu unterbrechen. So wie man die Nadel tiefer hineinbringt, entfernen ſich die Körperchen immer mehr von ihr, und ſcheinen ſie zu fliehen. Verfolgt man ſie mit der Nadel, ſo

kann man sie längs der Wände im Kreise herumtreiben.

Kömmt endlich die Nadelspitze mit der Quecksilberfläche in Berührung, so bewegen sich alle Körperchen sogleich nach dem Berührungspunkte hin, und hängen sich an die Nadel. Im Augenblicke, da diese das Queckſilber verläßt, fliegen alle Körperchen den Wänden zu, und nehmen die vorige Bewegung wieder an.

Ist die Säule durch die beiden Golddrähte, das Wasser und das Queckſilber in der Röhre geschlossen, und bringt man einen andern Draht mit Vorsicht in den Schenkel der Röhre, die mit dem Zinkpole verbunden ist, so zeigt dieser Draht, ungeachtet er nicht in der Kette ist, Spuren einer Oxydirung, und eine Art von Repulsion gegen die Körperchen, deren Bewegung er modificirt. Im Augenblicke, wenn er die Queckſilberfläche berührt, hört die Bewegung derselben völlig auf. In den andern Schenkel der Röhre gebracht, entbindet er etwas Wasserstoffgas, äußert aber keine Wirkung auf kleine Körper.

Diese Versuche haben mir, auf mannigfache Weise modificirt, stets analoge Resultate gegeben. Daß sie uns ein der electrischen Anziehung und Abstoßung ähnliches Phänomen zeigen, fällt in die Augen.

VI.

Ein Glascondenſator und ein electriſcher Hauchverſuch,

vom

Profeſſor Weber,

Dr. d. Th., und kurf. geiſtl. Rath zu Landshut. *)

A. Ein Glascondenſator.

1. *Apparat.* Eine gemeine, etwas dünne, reine und an den Ecken abgeſtumpfte Glasplatte hat, *unter*

*) „Der Aufſatz von einem *Glascondenſator*," bemerkt Herr Prof. Weber, „ſteht, der Hauptſache nach, zwar ſchon in einem meiner Bücher, (*Vollſt. Lehre von den Geſetzen der Electricität und von der Anwendung derſelben*, u. ſ. w., Landshut 1792,) allein die Naturforſcher haben bisher von dieſer Entdeckung nicht einmahl Notiz genommen, ob ſie gleich electriſche Erſcheinungen darſtellt, die ich unter die ſchönſten und inſtructivſten rechne. Auch ſcheint gedachtes Buch in gewiſſen Gegenden nicht bekannt zu ſeyn. Herr Remer würde ſonſt wohl in den *Annalen*, VIII, 338, den Phyſikern keinen ſo harten Vorwurf gemacht haben, daſs ſie den *Lichtſchein bei der Windbüchſe* noch nicht bemerkt, oder doch nicht aufgezeichnet hätten. Ich führte ſchon 1792 in jenem Werke, (Seite 5,) dieſe Lichterſcheinung ausdrücklich an, und nannte noch die *Bedingung*, unter der ſie unausbleiblich erfolgt: Das Rohr der Windbüchſe

gewiſſer Zubereitung, das Vermögen, die *ſchwache Electricität*, die in ihr erſcheint, *ſehr verſtärkt* darzuſtellen, die *unmerkliche merklich* zu machen, und zwar im *Zuſtande* + *E* und — *E*.

Eine ſolche Vorrichtung nenne ich daher einen *Condenſator aus Glas*, *Glascondenſator*, zumahl auch die *Geſetze der gröſsern Capacität* und *Tenacität* in vorzüglich hohem Grade dabei ſtatt finden.

2. Die *Zubereitung*, welche als Bedingung des Glascondenſators anzuſehen iſt, beſteht in Folgendem: Man legt die Glasplatte, welche 10 Zoll breit und 12 Zoll lang ſeyn mag, über den Deckel eines

---

muſs aus Metall und mit einer ungefütterten Bleikugel geladen ſeyn. Die Kugel fährt unter einem hellleuchtenden Lichtkegel aus der Oeffnung des Rohrs heraus. — Auch die Nachricht von den *Feuerſtrahlen aus dem Donaueis*, und von den *Eismörſern in Schwaben*, in dem Anhange zu dieſem Aufſatze, ſteht in meinem Buche: *Ueber das Waſſer*, Landshut 1796; ſie dürfte aber wohl noch als *nicht bekannt* in den Annalen angeführt werden. — Der *Hauchverſuch* iſt noch ungedruckt." *Weber.*

Das neueſte phyſikaliſche Werk, welches wir Hrn. Prof. Weber verdanken: *Der Galvanismus, eine Zeitſchrift vom Prof.* Weber, erſtes Heft, Landshut 1802, enthält eine ſehr verdienſtliche hiſtoriſche und wiſſenſchaftliche Ueberſicht deſſen, was vom einfachen ſogenannten Galvanismus bis jetzt bekannt geworden iſt, und ſcheint vorzüglich zu empfehlen zu ſeyn, um ſich in dieſe Materie einzuſtudiren. *d. H.*

Electrophors, den man vorher wohl gerieben hat; berührt dann den Deckel wie gewöhnlich, und hebt ihn sammt dem aufliegenden Glase in die Höhe.

Statt den Funken durch *unmittelbare Berührung* dem Deckel zu entlocken, streicht man mit dem Rücken der Hand gelinde über die Glasfläche weg. Während dieses Wegstreichens hört man ein leises electrisches Geräusch, und im Dunkel erscheinen unter dem Glase, über welches die Hand mit sanftem Andrucke wegfährt, unzählig viele kleine Lichtpünktchen.

Man setzt jetzt den Teller wieder auf den Electrophor nieder, und wiederhohlt die Manipulation sieben- oder achtmahl.

Nun ist die *Glastafel zubereitet, zum Glascondensator disponirt.*

3. Die Glastafel wird von dem Deckel abgenommen, und einige Sekunden frei in der Luft gehalten, oder irgend an einen trocknen Körper angelehnt. Jetzt nähert man diese Glastafel einem Probirinstrumente, (einem Korkkügelchen,) das electrisirt, an einem Seidenfaden aufgehängt ist, und da zeigt *jede Seite der Glasplatte* einen electrischen Zustand, und zwar so, dass die *eine* $+ E$, die *andere* $- E$ electrisch ist.

Während der Disposition, (2,) wirkt nämlich die im Electrophordeckel angehäufte electrische Materie auf die, welche im Glase im natürlichen Zustande ist, und nöthigt sie, von der Oberseite weg, in die leitende Hand überzugehen, und *diese Fläche*

dann im *Zuſtande* — *E* zu hinterlaſſen. Während daſs ſich aber die electriſche Materie der *Oberſeite entzieht*, *häuft* ſie ſich an der *Unterſeite* an. Der Erfolg beſtätigt dieſe Erklärung; denn gerade die *obere* Seite der Glastafel wird allemahl *negativ*-, die *untere* allemahl *poſitiv*-electriſch gefunden.

Wird die weggenommne Glasfläche *ſogleich* dem Probirinſtrumente genähert, ſo zeigen die *beiden* Seiten derſelben die Electricität + *E*: dieſe prävalirt anfangs, bis ſie in die angrenzende Luft verfliegt.

Um die *obere* Seite des Glaſes = — *E* mit der untern = + *E*, im Handtieren nicht zu verwechſeln, *bezeichnet* man jene mit ein wenig flüſſigem Siegellack.

4. *Verſuche mit dem Glascondenſator.*

Verſuch 1. Nachdem die Glasplatte an aller Electricität erſchöpft zu ſeyn ſcheint und das Probeinſtrument ſchlechterdings nicht mehr alterirt, ſo legt man ſie auf eine beliebige Fläche, z. B. auf den trocknen Tiſch, nieder, ſo daſs die *bezeichnete* Seite = — *E* *oben* iſt. Jetzt ſtreicht man mit dem Rücken der Hand über die ganze Fläche derſelben hin, und hebt dann das Glas auf, um ſeinen Zuſtand zu unterſuchen.

Erfolg. Während des Hinſtreichens mit der Hand über die obere Glasſeite vernimmt man die Wirkung der electriſchen Materie in einem *lauten Geräuſche*, und durch ein *ſanftes Stechen* von unzählig vielen electriſchen Fünkchen in der Hand. —

Die von dem Tiſche weggehobne Glasplatte ſpritzt durch die ſtumpfen Ecken *electriſche Strahlen* aus, und giebt an einem angenäherten, eingebognen Finger auf eine Zollentfernung *knotenförmige Funken* ab. — Der *negative* Kork wird in einer Schuhweite mit Macht von dem Glaſe *angezogen*, und die *beiden* Seiten deſſelben erweiſen ſich dadurch *im höchſten Grade poſitiv*.

Die *bezeichnete* Seite wurde bei der Dispoſition, (2,) *negativ*, welchen Zuſtand das Glas nicht ſo bald verläſst, wenn es gleich auf das wenig empfindliche Korkelectrometer unwirkſam iſt. Auf den Tiſch, oder ſonſt auf eine Fläche aufgelegt, wird *dieſe negative* Seite der *Electricität capacer*, und ein Strom electriſcher Materie geht von der Hand, welche die ganze negative Seite berührt, in das Glas über: dieſes wird daher im *höchſten Grade poſitiv*.

Verſuch 2. Sind die ſtarken Wirkungen der poſitiven Electricität an der erhabnen Glasplatte ſo viel als *verſchwunden*, ſo legt man ſie abermahls auf eine Fläche, auf den Tiſch, nieder, ſo daſs die *unbezeichnete* Seite, $(= + E,)$ ſich oben befindet. Nun ſtreicht man mit dem Handrücken, wie vorher, über dieſe Seite hin; ſondert hierauf das Glas vom Tiſche, und prüft den electriſchen Zuſtand deſſelben.

Erfolg. Die Glastafel zeigt abermahls an ihren ſtumpfen Ecken *electriſche Strahlen*, an dem angenäherten eingebognen Finger erſcheint nicht, wie vorhin, ein knotenartiger Funke, ſondern ein *ſtrah-*

liges Licht; der negative Kork wird jetzt *abgeſtoſſen* von *beiden* Seiten des Glaſes, und da äuſsert ſich dann dieſes im *höchſten Grade negativ.*

Nämlich die poſitiv geladne Glasſeite, (3,) wird, auf eine Fläche gelegt, der *Electricität capacer;* die angenäherte Hand tritt in ihre poſitive Wirkungsſphäre, zieht daher aus derſelben eine Menge electriſcher Materie in ſich, und läſst dadurch die Glasſeite im *hohen* Grade *negativ* zurück.

Verſuch 3. Wird jetzt die Glasplatte wieder *gewendet*, nach der Behandlung in der freien Luft, ſo daſs die *bezeichnete* Seite durch die Dispoſition 3 = — *E*, wieder *oben* iſt, und der Verſuch, wie vorher, wiederhohlt, ſo iſt der

Erfolg, wie jener vom erſten Verſuche: die ganze Glastafel erſcheint abermahls im *höchſten Grade poſitiv.*

Das *Wenden* des Glaſes kann vielmahl immer mit denſelben Erfolgen wiederhohlt, und wenn anfangs dem Zuſchauer der Handgriff verhehlt wird, ein Zauberſpiel von electriſchen Erſcheinungen dargeſtellt werden; denn es ſteht ganz in der Gewalt des Experimentators, die Electricität des Glaſes *verſchwinden* zu machen, und die verſchwundene im *höchſten Grade ſogleich hervorzurufen*, und nach Belieben, jetzt die *poſitive*, dann die *negative* Electricität, in auffallend hohen Graden darzuſtellen.

Verſuch 4. Paſst man der Glasplatte einen Deckel aus Pappe an, der mit Stanniol überzogen iſt, und verſieht man ihn in ſeiner Mitte mit einer Sie-

gellackſtange, daſs man ihn iſolirt aufheben und niederſetzen kann, ſo dient eine ſolche disponirte Glasplatte, (3,) *als ein Electrophor*, der die Electricität $= + E$ und $= - E$ in *Funken*, *unerſchöpflich*, hergiebt.

Setzt man nämlich den Deckel auf die bezeichnete Seite $= - E$, ſo geht der aufgeſetzte und berührte Deckel mit $+ E$ in die Höhe; bringt man ihn aber, nach Umwendung des Glaſes, auf die unbezeichnete Seite $= + E$, ſo beſitzt der Deckel die Minuselectricität. Die Funken des Deckels ſind auch *beträchtlich* groſs; man kann damit ein kleines Verſtärkungsfläſchchen laden, warmen Weingeiſt anzünden, u. dergl. m.

Bei den aufgezählten Verſuchen muſs die Glastafel immer auf einer Fläche *aufliegen*, wenn ihnen die beſchriebnen Erfolge entſprechen ſollen, die Fläche ſey übrigens *nicht-leitend*, oder *ſchlecht-* oder *gut-leitend*. — Nur *aufliegend* äuſsert die Glastafel *anhaltend* und *ſtark* ihre Electricität. Eine ſolche Glastafel qualificirt ſich daher allerdings, ſowohl der *Capacität* als *Tenacität* nach, zum *Condenſator*.

Die angeführten Verſuche, die ſich gar vielfältig abändern laſſen, gelingen vornehmlich zur *Winterszeit*, im *geheitzten Zimmer*, während der *Abenddämmerung*. Ein Electrophor von 2 Schuhen Durchmeſſer iſt hinreichend, die Glastafel ſchnell zur gehörigen Wirkſamkeit zu disponiren.

B.

B. *Ein electrischer Hauchversuch.*

Versuch. Man verfährt mit der Glastafel, wie in 2 beschrieben worden ist. Nachdem man die Glastafel, nach erhobenem Deckel, mit dem Rücken der Hand berührt, und die Berührung 7- bis 8mahl wiederhohlt hat, so *haucht* man über die von *neuem* aufgehobne Glastafel mit dem Munde hin.

Erfolg. Es erscheint unter einem *lauten* und *eignen* Geräusche unter dem Glase, (bei der Abenddämmerung,) ein Haufen laufender Sternchen, die einen rinnenden Strom weiss glänzender Punkte darstellen und einen überraschend schönen Anblick gewähren.

Dieser anscheinende Sternstrom *verschwindet* mit dem *Hauche* des Mundes. Der Hauch, der sich bei der Berührung der etwas kältern Glasfläche in unzählige Wasserstäubchen verdichtet, entzieht in seinem Hinwehen über die Glastafel ihrer obern Seite electrische Materie: dieses Entziehen an der *Oberseite* hat dann ein Zuströmen an der *untern* Seite und die electrischen Lichtpünktchen zur Folge.

ANHANG.

Feuerstrahlen im Donaueise.

Bekanntlich haben die Seefahrer aus dem Treibeise *Feuerstrahlen* hervorgehen sehen: es fiel daher einigen ein, dass das Treibeis wohl auch, statt des Holzes, zum Feuern dienen könnte.

Olaffen und Povelfen, die dieſes Feuerphänomen mit Aufmerkſamkeit beobachteten, ſchrieben daſſelbe der Entzündung des Holzes zu, welches unter dem Eiſe treibt, ſich durch Reiben an den Eisblöcken entzündet, und in helle Flamme geräth.

Ein *analoges Phänomen* dürfte über die angeführte Erſcheinung einigen Aufſchluſs geben. Als im Jahre 1795 bei eintretendem Thauwetter das *Donaueis* brach, und zu Dillingen der ſogenannte Eisſtoſs ging, beobachtete ich am Abend, als es zu dämmern begann, daſs zwiſchen den *Eisſtücken*, die ſich über einander ſchoben, *Feuerſtrahlen* in Menge hervorſchoſſen. Nirgends zeigte ſich ein *Holz* im Strome. Die Feuerſtrahlen glichen auch gar nicht denen einer Holzflamme, ſondern waren denen ähnlich, die aus den Eiskugeln, welche gehörig gerieben werden, hervorkommen.

Da nun ähnliche Wirkungen ähnliche Urſachen vorausſetzen, ſo mag wohl das *Feuerphänomen*, das manchmahl das *Treibeis im Meere* begleitet, *electriſcher Natur* ſeyn. *)

Eiskanonen und Eismörſer in Schwaben.

Daſs 1740 zu Petersburg, auf der Newa, aus *Eiskanonen* mit Pulver geſchoſſen worden, iſt bekannt: daſs aber auch in *Schwaben Kanonen* und *Mörſer aus Eis* gedreht, und daraus geſchoſſen worden ſey, dürfte neu ſeyn.

*) Vergl. *Annalen*, II, 352. *a. H.*

Im kalten Winter 1795 liefs ich mir aus einigen der dickſten und reinſten Eisſtücken aus der *Donau* *Kanonen* und *Mörſer* drehen. Das Eis nahm die Form der *Geſchütze* vollkommen an: ich legte ſie auf Lavetten, lud ſie mit *Pulver*, brachte über dieſes *Kugeln*, ebenfalls von *Eis*, und brannte das Pulver durch die Zündröhre an: die Entzündung erfolgte mit gewaltiger Exploſion, ohne daſs das Eis das geringſte dabei litt. In die Mündung des Mörſers paſste eine Eiskugel, die 36 Loth ſchwer war; ich ſchoſs ſie ſenkrecht in die Luft; ſie flog zu einer auſserordentlichen Höhe, und es vergingen beinahe zwei Minuten, bis ſie auf die Erde wieder niederfiel. Ich ſtellte den Verſuch nachher beim Thauwetter wieder an: es muſste das geſchmolzne Eis herausgewiſcht, und der Mörſer mit Löſchpapier ausgetrocknet werden, und dennoch gelang der Verſuch.

Ich lieſs auch Becher drehen von Eis: es lieſs ſich der Becher mit Wein im Kreiſe meiner Schüler herumgeben, und daraus trinken; in den Händen begann die Schmelzung des Eiſes, wodurch der etwas undurchſichtige Eisbecher die Durchſichtigkeit des Glaſes annahm, und ſich nur noch durch das Anfühlen von dieſem unterſchied.

VII.

ANWENDUNGSART

der Galvani - Voltaiſchen Metall - Electricität zur Abhelfung der Taubheit und Harthörigkeit,

von

JOH. JUSTUS ANTON SPRENGER,
Apotheker in Jever.

Die Entdeckung der Metall - Electricität haben wir zwei italiäniſchen Naturforſchern, Galvani, ehemahls Arzte und Profeſſor zu Bologna, und Volta, Profeſſor zu Pavia, zu verdanken. Sie hat uns ſchon jetzt zu ſehr vielen merkwürdigen Verſuchen geführt, und giebt noch täglich zu neuen für die Zukunft fruchtbaren Wahrnehmungen Anlaſs, von denen wir in einzelnen Schriften, beſonders aber durch die ſchätzbaren *Annalen der Phyſik*, welche Herr Profeſſor Gilbert zu Halle herausgiebt, umſtändliche Nachricht erhalten.

Im Anfange des Novembers 1801 verkündeten die Zeitungen, daſs durch die Anwendung der Voltaiſchen Säule das Gehör eines Tauben hergeſtellt ſey. Ein hieſiger Einwohner, Vater eines taubſtummen Jünglings, welcher wuſste, daſs ich eine Voltaiſche Säule beſaſs und manche Verſuche damit angeſtellt hatte, um ihre chemiſchen Wirkungen zu erforſchen, bat mich inſtändig, doch an ſei-

nem unglücklichen Sohne zu versuchen, ob nicht auch dessen Taubheit abgeholfen werden könne.

Ich wagte mein eignes Gehör zuerst daran, und liefs den Strom einer Voltaischen Säule, die aus 70 metallenen Doppelplatten bestand, so lange, als ich es aushalten konnte, durch beide Ohren gehn, und schlofs, dafs das, was mir keinen unleidlichen Schmerz und keinen Schaden brachte, als Mittel angewendet werden dürfte, einen Taubgebohrnen mit dem Gehöre zu beglücken. Ich versuchte mein Mittel und es gelang. In 14 Tagen, vom 15ten November v. J. an, ward dem Stocktauben das Gehör hergestellt.

Ohne mein Zuthun wurde diese Thatsache weit umher bekannt, und dieses hatte zur Folge, dafs ich bald von mehrern Taubstummen und Harthörigen umringt wurde, die zudringlich von der Anwendung meines Mittels Hülfe erwarteten. Die meisten machten bei ihrer Armuth die Reise nach Jever, ohne vorhergehende Anfrage, ob ich Hoffnung hätte, ihnen zu helfen. Hätte ich sie zurückweisen und ihnen die beglückende Hülfe versagen sollen, die ich wahrscheinlich ihnen geben konnte? Einige nahe und etwas entfernte Beurtheiler meines ersten glücklichen Versuchs scheinen dies verlangt zu haben; ihre Mifsbilligung meines Verfahrens wurde indefs kein thätiger Widerstand. Ich wiederhohlte also meinen ersten Versuch an den herkommenden Taubstummen und einigen Harthörigen, und

das mit so vielem Glücke, als man, wie ich glaube, noch an keinem Orte gehabt hat.

Jetzt, am 26sten Juni, zählte ich 45 Personen, die sich ihres durch meine Anwendung der Metall-Electricität erhaltnen Gehörsinnes erfreuen und des mündlichen Unterrichts fähig geworden sind. Von diesen empfingen vier zugleich den so lange entbehrten Sinn des Geruchs. Auch befanden sich drei Harthörige darunter, die nun so gut wie andere hören. Allen Stocktauben, die ich behandelt habe, ist fast ohne Ausnahme geholfen worden; dagegen einigen Harthörigen nicht, weil sie entweder unheilbar, oder zu ungeduldig waren, das Electrisiren die nöthige Zeit über auszuhalten.

Es scheint, dass ich ohne Leitung auf einen Weg gekommen bin, den andere Männer, die mich an Erfahrungen, an Kenntnissen und Einsichten weit übertreffen, noch nicht eingeschlagen haben; denn von allen Seiten empfange ich Briefe, worin ich um die Beschreibung meiner Methode, das Gehör herzustellen, gebeten werde, ob ich gleich bisher glaubte, eine gute Anwendungsart der Metall-Electricität bei Taubheit sey schon an mehrern Orten bekannt, und die meinige, die sehr einfach und leicht ausüblich ist, habe nichts besonderes. Ich nehme daher keinen Anstand, sie hier umständlich bekannt zu machen, damit, wie ich herzlich wünsche, die leidende Menschheit bald die wohlthätigen Wirkungen der Erfindung, die wir dem Scharfsinne und dem Fleisse des Professors Volta ver-

danken, überall mit Freuden erfahren möge. Die Zahl der unglücklichen Taubstummen ist grofs; in Deutschland allein wenigstens fünf und zwanzig tausend, und noch weit gröfser die Menge derer, die durch eine Krankheit oder andere Ursachen taub oder harthörig geworden sind.

Ich setze voraus, dafs der, welcher die Metall-Electricität auf das Gehör anwenden will, eine Voltaische Säule kenne und besitze. Ich bediene mich bei der meinigen eines stark lackirten hölzernen Gestelles, auf dessen Fufsbrette drei, $2\frac{1}{2}$ Fufs lange Stäbe senkrecht und so weit von einander stehen, dafs Platten von Zink und Kupfer in der Gröfse eines preufsischen Thalers dazwischen gelegt werden können, so dafs sie die Glasröhren oder Glasstreifen, die an den inwendigen Seiten der drei Stäbe etwas eingelassen, befestigt sind, berühren. Oben, ehe die Stäbe mit einem dreieckigen Brette verbunden werden, wird ein ähnliches, mit drei zu den Stäben passenden Löchern versehenes Brett aufgeschoben, welches, vermittelst einer Preisschraube, welche in die Schraube des obern festsitzenden Dreiecks eingreift und durchgeht, auf die geschichtete Säule so herabgedrückt werden kann, als es erforderlich ist.

Das Zubehör der Säule besteht aus 70 Platten von Zink von der gewöhnlichen Gröfse, aus 70 gleich gröfsen Platten von Kupfer, und aus 70 etwas kleinern Scheiben von Kasimir oder feinem Tuche. Aufser diesen sind noch *zwei Ausladeplatten*

nöthig, eine von Zink und eine von Kupfer, die nur darin von den andern unterſchieden ſind, daſs ſie an einer Seite einen zolllangen, etwas dickern Fortſatz haben, der vorne eingeſchnitten und durchlöchert iſt. In den Einſchnitt der Zink-Ausladeplatte, (Taf. V, *L*,) wird ein anderes Zinkſtück, das vorne eine Achſe mit einem Loche hat, eingeſchoben, und vermittelſt eines Zinkſtifts, der durch die auf einander paſſenden Löcher der beiden Theile geht, befeſtigt.

Der Leiter von der Zinkſeite, oder, wie ich ihn immer nennen werde, der *Mittheiler*, durch welchen man den Strom der electriſchen Flüſſigkeit auf die Glieder und Nerven des Gehörs zu leiten ſucht, iſt ein Meſſingdraht, 3 Fuſs lang, der an einem Ende etwas gekrümmt, und mit einem Kügelchen von der Gröſse einer Erbſe verſehn, und nahe an der Krümmung von einer iſolirenden Glasröhre umgeben iſt, welche dem Voltaiſch-Electriſirenden zum Handgriffe dient. Das andere Ende des Mittheilers hat eine hakenförmige Krümmung, welche durch das Loch an dem Vorderſtücke der zinknen Ausladeplatte geſteckt und dann als Ring zuſammengebogen wird. Der Leiter von der Kupferſeite, von mir der *Erreger* genannt, iſt dagegen ein ſtarker gerader Meſſingdraht, der durch das Loch der kupfernen Ausladeplatte geſteckt, und daſelbſt, ringförmig gekrümmt, befeſtigt wird.

Das letzte Stück meines Apparats, der *Berührer*, iſt von verſchiedner Gröſse und Form, und beſteht

entweder aus Silber, Eisen oder Zink. Ich hatte anfangs zum Berührer eine eiserne Kugel, 1½ Pfund schwer. Aber da das Gewicht derselben bei dem 8 Minuten langen Anstolsen die Hand ermüdete, so liefs ich aus Eisen zwei hohle Cylinder, 1 Zoll dick, machen, von denen jeder an einem Ende eine hohle Kugel hatte. Die Länge des kurzen Cylinders ist 3 Zoll, und der Durchmesser seiner Kugel 1½ Zoll, die Länge des zweiten Cylinders 9 Zoll, die Dicke seiner Kugel 2 Zoll. Wenn der Gehörkranke mit der eisernen Kugel den Erreger berührte, so mufste er erst seine Hand mit Kochsalz-Wasser nässen. Dieses wurde unnöthig bei den Cylindern, deren Kugel man nur mit trockner Hand umfassen und an das Ende des Erregers führen darf. Die Wirkung der Säule ist geringe, wenn man den Erreger mit einer gewöhnlichen Zinkplatte berührt; um viele Grade stärker, wenn es mit dem kleinen Kugelcylinder, noch stärker, wenn es mit dem gröfsern, und am stärksten, wenn es mit den beiden vereinigten Cylindern geschieht, die man, wie die Theile einer Nadelbüchse, auf einander schieben kann. Ist die Hand, welche ihn fafst, mit Salzwasser genässt, so erhält man die allerstärkste Wirkung.

Der Erreger liegt auf den mit Glas umgebnen und dadurch isolirten Drähten des Trillings, und geht durch die mit Glas ausgelegte hölzerne Gabel, (Taf. IV, *B*, *C*.) Diese Gabel hält den Erreger in der Lage, dafs er niemahls hier- oder dahin fallen kann, sondern dafs er, so wie der Trilling, sich

herumdreht, so aufgehoben wird und niederfällt, dass er jedes Mahl den von dem Gehörkranken umfassten Cylinder berührt.

Die Aufstellung der Säule geschieht nun auf folgende Weise: Auf das lackirte Fussbrett und zwischen die drei senkrecht stehenden Stäbe werden einige dicke Glasscheiben gelegt. Auf diese Glaslage folgt eine Kupferplatte, dann eine Zinkplatte, nun eine feuchte Kasimirscheibe, (welche ein Gehülfe auflegt, um das die Säule entkräftende Anfeuchten der übrigen Metallplatten zu verhüten;) dann die kupferne Ausladeplatte, wieder eine Zinkplatte, nun eine Kasimirscheibe, (durch die Hand des Gehülfen,) und so in dieser Ordnung fort Kupfer, Zink, Kasimir, bis 68 Paar Metallplatten mit zwischengelegtem Kasimir aufgeschichtet sind. Auf die letzte Kasimirscheibe wird eine Kupferplatte, dann die zinkne Ausladeplatte gelegt; hierauf eine Kasimirscheibe; dann eine Platte von Kupfer, und auf diese zuletzt eine von Zink. Nun folgen, so wie unten, einige dicke Glasscheiben. Auf diese wird das bewegliche Dreieck herabgedrückt, und mit der Schraube angepresst. So steht die ganze Säule zwischen Glas, und ist dadurch isolirt.

Die Befeuchtung der 70 Kasimirscheiben muss mit besonderer Sorgfalt geschehen, wenn die Säule gehörig wirken soll. Sie werden in 3 Unzen kochendes Wasser gelegt, worin vorher 4 Unzen Kochsalz gröstentheils aufgelöst sind, nach 10 Stunden herausgenommen, und so ausgedrückt, dass der Rest

des Salzwaſſers $2\frac{1}{2}$ Unze wiegt. Wenn etwas unaufgelöſt an dem Kaſimir hängt, ſo hindert dieſes die Wirkung nicht. Denn meine Säule verlor einſt ihre Wirkung. Ich ſtreuete auf die Kaſimirſcheiben Kochſalz, ohne neue Anfeuchtung, und die vorige Wirkung ſtellte ſich wieder ein, und dauerte noch einen ganzen Tag fort. Sind die Kaſimirſcheiben zu feucht, ſo daſs ſie, zuſammengepreſst, eine Feuchtigkeit an den Platten herabträufeln laſſen, ſo wird die Wirkung geſchwächt, zuweilen ganz gehoben.

Eine auf ſolche Weiſe gebauete Säule behält ihre gehörige Wirkung ſelten länger als 3 bis 4 Tage. In dieſer Zeit verdünſtet das Salzwaſſer, und werden die Platten, beſonders die von Zink, durch die Oxydation oder die Abſetzung des Metallkalks verunreinigt. Die Platten und Kaſimirſcheiben müſſen alſo dann wieder aus einander gelegt und rein gemacht werden. Jene legt man in heiſsen Eſſig, ſo lange, bis er kalt iſt, und ſäubert ſie dann durch Bürſten oder Reiben mit Sand, Kreide oder Trippel, die Kaſimirſcheiben aber durch Waſchen in heiſsem Waſſer. Sind die Platten mit einem trocknen Lappen abgewiſcht, und die gut getrockneten Kaſimirſcheiben aufs neue in Salzwaſſer gelegt, darin 10 Stunden lang getränkt und darauf, wie oben gemeldet, ausgedrückt; ſo kann man die Säule wieder herſtellen.

Bevor die Aufſtellung der Säule geſchieht, ſind allerlei Unterſuchungen mit dem Gehörkranken an-

zuſtellen. Man erforſcht bei den Bekannten des Taubſtummen oder Schwerhörigen die Urſache ſeines Gehörmangels, und vermittelſt des Wolkiſchen Gehörmeſſers, (S. 365,) den Grad ſeiner Taubheit; ſo viel möglich, auch die Empfindlichkeit ſeiner Nerven. Hierauf läſst man ihn vor die Säule ſich hinſetzen, das benäſste Knöpfchen des Mittheilers in die eine, den kleinen Berührer in die andere Hand nehmen, und dieſen einige Mahl an den Erreger ſtoſsen, damit der anfangs furchtſame Kranke mit den electriſchen Empfindungen etwas bekannt werde.

Dann nehme ich, (der Voltaiſch-Electriſirende,) den Mittheiler bei ſeinem gläſernen Griffe, und leite das mit Kochſalzwaſſer benäſste Knöpfchen deſſelben inwendig an den benäſsten Ohrbock, (*Trogus*,) wo ich es 1 Minute lang laſſe. Hierauf bringe ich es 2 Minuten lang an den äuſsern Gehörgang, (*Meatus auditus externus*,) dann 1 Minute auf die Gegend des *Proceſſus maſtoidei*, und laſſe den Tauben oder Harthörigen den umfaſsten Berührer ſo unter den Erreger halten, daſs dieſer, vermittelſt des Uhrwerks, in jeder Sekunde einmahl auf den Berührer fällt. Darauf trete ich auf die andere Seite, um auf ähnliche Weiſe das zweite Ohr zu electriſiren. Nach einer halben oder ganzen Stunde wiederhohle ich daſſelbe Verfahren, und laſſe dann 2 bis 3 Stunden vergehn, um es zum zweiten und dritten Mahle an jedem Tage von neuem anzufangen.

Während der 4 Minuten jeder Operation ſtrömt hiernach die electriſche Flüſſigkeit 240mahl durch

die Gehörnerven in jedes Ohr ein. Ich liefs gewöhnlich, wenn ich das rechte Ohr electrisirte, den Gehörkranken mit der linken Hand, und bei Electrisirung des linken Ohrs mit der rechten Hand den Berührer zu dem Erreger leiten; aber auch oft, um zu erfahren, ob eine verschiedne Wirkung sich äufsern würde, bei dem Electrisiren des linken Ohrs den Berührer mit der linken, und bei dem Electrisiren des rechten Ohrs mit der rechten Hand berühren. Ich fand indefs bisher keine auffallende Verschiedenheit dabei.

Nach jeder Operation lasse ich die Gehörkranken die vorhin benäfsten Stellen des *Tragi*, des *Meatus auditus externi*, und des *Processus mastoidei* wieder ganz abtrocknen, Tag und Nacht Baumwolle in den Ohren tragen, und auch oft des Tages die Ohren zwischen den Fingern gelinde reiben, um sie auch dadurch warm zu erhalten, weil jede Erkältung hier höchst nachtheilig ist.

Wie viele Tage ich dieses Verfahren fortsetzte? So lange, bis des Tauben Gehör hergestellt und des Harthörigen Fehler gehoben war. Bei einigen war die Wirkung auffallend schnell, bei andern sehr langsam.

Beiden Ohren zugleich das electrische Fluidum einzuflöfsen, ist mir nicht rathsam vorgekommen, und ich habe es deswegen nicht versucht. Einmahl nur setzte ich einem Gehörkranken den Erreger an die Eustachische Röhre, (*Tuba Eustachiana*,) innerhalb des Mundes, und zugleich den Mittheiler an

den Ohrbock; aber es wurde ihm bald so übel und so unerträglich zu Muthe, dafs ich davon ablaſſen mufste.

Nie habe ich übrigens nach der Anwendung der Metall-Electricität bei den Gehörkranken ſchädliche Folgen geſehen.

So einfach und unkünſtlich iſt mein Verfahren zur Herſtellung des Gehörs und zur Verbeſſerung von Gehörfehlern. Es iſt mir über alle Erwartung geglückt. Uebrigens fehlt es, wie bei jeder neuen Entdeckung, ſo auch hier, nicht an ſchwachgläubigen, oder ſo wenigſtens ſich ſtellenden Menſchen, die nur gar zu oft von der ganzen Sache nichts wiſſen, als was ſie durch Hörenſagen haben, noch an andern, die ſie ihrem Intereſſe nicht angemeſſen finden, welche die neue Erfindung unter Achſelzucken, bedenklichen Mienen und unfreundlichen Raiſonnements als Charlatanerie oder gar als höchſt gefährlich zu verſchreien ſich bemühen. *Exempla ſunt odioſa.*

Erklärung der Zeichnungen Taf. IV und V.

Die *galvaniſche Scene* auf Tafel IV ſtellt rechter Hand meinen galvaniſch-electriſchen Apparat, und eine Dame vor, auf deren Gehörorgan damit gewirkt wird. Der Electriſirende hält den Mittheiler, (S. 358,) bei dem gläſernen Griffe, und führt das mit Kochſalzwaſſer benäſste Knöpfchen inwendig an den *Tragus*, (Ohrbock.) Links ſtehn zwei Kinder. Der Knabe ſucht durch Pantomimen dem Mädchen

verſtändlich zu machen, daſs der Dame das Ohr electriſirt, (galvaniſirt,) wird, und mit ihm bald ein gleiches vorgenommen werden ſoll.

Unten an der Voltaiſchen Säule ſieht man den Mechanismus, vermöge deſſen der Erreger *A* auf und nieder geht, (S. 359,) während der Trilling *B*, (deſſen 4 Drähte mit Glas umgeben und dadurch iſolirt ſind,) ſich herumdreht. *C* iſt eine hölzerne Gabel, inwendig mit Glas ausgelegt, worin der Erreger *A* ſeine Lage behält, damit der Gehörkranke nur den Cylinder *B*, ohne ab- und anzuhalten, ſo zu halten braucht, daſs der Erreger *A*, beim Herunter- oder Heraufgehn denſelben berührt.

E iſt der Mechanismus, der auf Taf. V aus einander genommen, nach einem gröſsern Maaſsſtabe gezeichnet iſt und den auch dieſe Kupfertafel, der Deutlichkeit halber, verhältniſsmäſsig gröſser als den übrigen Apparat darſtellt. — Bei *F* ſieht man den Gehörmeſſer des Hrn. Prof. Wolke, (S. 362,) deſſen Hammer *G* unter einem durch den Gradbogen beſtimmten Winkel aufgehoben, und beim Zurückfallen gegen eine elaſtiſche Ebene zu ſchlägen, und dadurch einen Ton von beſtimmter Stärke hervorzubringen beſtimmt iſt. — *dddd* ſind Cylinder zum Berühren des Erregers. — Bei *H* ſieht man die Zink-Ausladeplatte, die man Taf. V, Fig. *L*, deutlicher findet; bei *I* die Schraube, durch welche die Platten zuſammengehalten werden; bei *K* das Gewicht des kleinen Uhrwerks *E*, und bei *P* eine Taſſe mit Kochſalzwaſſer zum Befeuchten der Stellen, die electriſirt werden.

Tafel V ſtellt einzelne Stücke der Geräthſchaft ungefähr im vierten Theile ihrer natürlichen Gröſse vor. *A* iſt der Mechanismus, den ich auf der Fuſsplatte der Voltaiſchen Säule, (auf Taf. IV bei *E*,) angebracht habe, der Deutlichkeit wegen ſo gezeichnet, als wäre er aus einander genommen. Er beſteht aus einer Welle, woran ein Stirnrad angebracht iſt, welches in ein Getrieb greift. Das mit dieſem Getriebe an einer Welle ſitzende Stirnrad treibt wiederum ein Getriebe, deſſen Triebſtock durch den Glastrilling *Z* geht. Zugleich ſitzt an dieſem Triebſtocke das Kronrad, welches den Trilling des Windfangs *N* in Bewegung ſetzt. Die runden und ebnen Windflügel *O* ſind in den Windfang *N* eingeſchraubt, und können nach Gefallen ſo geſtellt werden, daſs das Uhrwerk langſamer oder geſchwinder geht.

C ſtellt die Fuſsplatte der Voltaiſchen Säule vor. *qqq* ſind drei Oeffnungen, worin die hölzernen und gläſernen Stäbe, (S. 357,) befeſtigt, und zwiſchen welchen die Metallplatten aufgeſchichtet werden; *ppp* drei kleine Glasſtäbe, worauf die Metallplatten ruhen; und *rr* zwei meſſingene Füſse mit Schrauben, durch die das Uhrwerk befeſtigt wird.

L ſtellt die obere Seite 357 und 358 beſchriebne Ausladungsplatte von Zink vor, und *M* die kleine meſſingene Gabel, worin der Triebſtock des Glastrillings ruht.

VIII.

VERSUCHE,

welche beweiſen, daſs alle Körper, welcher Art ſie auch ſind, von der Wirkung des Magneten afficirt werden, und daſs ſich die Gröſse dieſer Einwirkung meſſen läſst,

von

COULOMB. *)

Man hatte ſchon ſeit längerer Zeit bemerkt, daſs Platin, Nickel und einige andere Körper einen merkbaren Grad von Magnetismus annehmen; die meiſten Phyſiker ſchreiben dieſes indeſs einem Ueberreſte an Eiſen zu. Die neuen Verſuche, welche Coulomb erdacht, und in Gegenwart des Inſtituts wiederhohlt hat, begründen dagegen die Vermuthung, daſs die ganze Natur der Wirkung des Magnetismus unterworfen iſt; denn von allen bis jetzt unterſuchten Körpern iſt keiner gegen die Einwirkung von Magnetſtäben gleichgültig geblieben. Dieſe Einwirkung iſt nach Verſchiedenheit der Materie von verſchiedner Stärke, und bei den meiſten auſserordentlich ſchwach, daher ſie den Phyſikern bis jetzt entgangen iſt.

*) Aus der *Notice des travaux de la Cl. d. Sc. math. et phyſ. de l'Inſt.*, abgedruckt im *Journal de Phyſique*, t. 54, p. 367. Vergl. oben S. 254. *d. H.*

Um sie in Körpern wahrzunehmen, müssen diese den höchsten möglichen Grad von Beweglichkeit haben, den Coulomb dadurch erreicht, dafs er sie in Gestalt sehr feiner cylindrischer oder parallelepipedarischer Nadeln, von 7 bis 8 Millimètres, (3 Lin.,) Länge, und $\frac{3}{4}$ Millim., ($\frac{1}{3}$ Linie,) die Metalle selbst nur von $\frac{1}{4}$ Millim. Dicke, nach Art der Magnetnadel, an einem einfachen Faden Coconseide aufhängt. Ein solcher Faden kann höchstens ein Gewicht von 8 bis 10 Grammes, (170 Grains,) tragen, und erfordert, um gewunden zu werden, eine so äufserst geringe Kraft, dafs, wie Coulomb in einem vorangeschickten Aufsatze zeigt, eine Kraft von kaum $\frac{1}{700000}$ Gramme hinreicht, ihn um 360° zu drehen. Diese Gröfse ist so geringe, dafs man sie bei der Schätzung der magnetischen Kräfte der verschiednen Körper gänzlich vernachläfsigen darf.

Coulomb stellt zwei magnetische Stahlstäbe in gerader Linie, mit den entgegengesetzten Polen einander gerade gegen über, und so, dafs diese um 5 bis 6 Millimètres weiter, als um die Länge des nadelförmigen Körpers von einander abstehn. Zwischen ihnen hängt er den Körper in die Mitte.

Der Erfolg war, dafs der nadelförmige Körper, seine Natur und Gestalt mochten noch so verschieden seyn, sich stets genau in die Richtung der Magnetstäbe setzte. Drehte man ihn aus dieser Richtung, so kehrte er jedes Mahl in dieselbe nach einer Menge von Oscillationen zurück, durch deren Geschwindigkeit, verglichen mit dem Gewichte und der Gestalt des Körpers, die Kraft, welche diese

Oſcillationen bewirkte, beſtimmt wurde. Einige hatten in einer Minute bis 30 Oſcillationen.

Im dritten Bande der *Mémoires de phyſique et de mathematique de l'Inſtitut national* hat Coulomb eine ſehr einfache Formel gegeben, um die magnetiſche Kraft eines Körpers aus der Zeit ſeiner Schwingungen zu beſtimmen; und er behält ſich vor, in einem künftigen Aufſatze die Verſuche mitzutheilen, welche er angeſtellt hat, um den Grad des Magnetismus ganz genau zu meſſen, den verſchiedne Körper von gleicher Geſtalt zwiſchen den entgegengeſetzten Polen derſelben Magnetſtäbe annehmen.

Aus ſeinen jetzigen Verſuchen, die er nach einander mit Streifchen *Gold*, *Silber*, *Kupfer*, *Blei*, *Zinn*, mit kleinen *Glascylindern*, mit einem Stücke *Kreide*, einem Stückchen *Knochen* und mit verſchiednen *Hölzern* angeſtellt hat, glaubt er für jetzt ſchon ſo viel ſchlieſsen zu können, daſs alle Elemente unſrer Erdkugel der magnetiſchen Einwirkung fähig ſind, (*obéiſſent à l'impreſſion magnetique*,) und daſs die Vereinigung dieſer Elemente, unſer Erdkörper, dadurch einen einzigen groſsen Magneten bilde.

Dieſe Verſuche werden deſto ſichtbarer, je geringer die Dimenſionen der in Oſcillation geſetzten Körper ſind. Denn aus einigen Verſuchen, womit Coulomb ſeine Abhandlung ſchlieſst, ſcheint zu erhellen, daſs die beſchleunigenden Kräfte im umgekehrten Verhältniſſe der Maſſen ſtehn; wiewohl dieſes, wie er bemerkt, eine Vermuthung iſt, die noch einer Beſtätigung bedarf.

IX.

BEMERKUNGEN

über den vorgeblichen Magnetismus des Nickels,

von

RICHARD CHENEVIX, Esq., F. R. S.,
in London. *)

Die Eigenschaften des Magnetismus und der Polarität, die man lange dem Eisen ausschliefslich eigen glaubte, schienen, den Versuchen neuerer Naturforscher gemäfs, auch dem *Nickel* und dem *Kobalt* zuzukommen. Bergmann in seiner Abhandlung über den Nickel schliefst seine Klage, dafs es ihm nicht habe gelingen wollen, dieses Metall so von allem Eisen zu befreien, dafs der Magnet es nicht mehr zöge, mit der Frage, ob auch wohl Magnetismus nicht dem Nickel so gut als dem Eisen ursprünglich eigen sey; und diese Meinung haben seitdem die meisten Naturforscher als die wahre angenommen. **) In Italien hat man selbst, wie man

*) Zusammengezogen aus Nicholson's *Journ. of nat. philos.* etc., Vol. 5, p. 287, Nov. 1801. Dieser Aufsatz ist früher geschrieben, als der Brief in den *Annalen*, X, 500. *Kobalt* hatte Chenevix, wie er ausdrücklich anführt, noch nicht behandelt, zweifelte aber nicht, dafs er durch dieselbe Behandlungsart ganz reinen Kobalt erhalten würde, den der Magnet nicht zöge. Vergl. *Annalen*, X, 501. *d. H.*

**) Vergl. *Annalen*, IV, 16. Fourcroy erklärte sich indefs bestimmt gegen diese Meinung, und behauptete, es könne keine so gar schwierige Arbeit seyn, reinen Nickel und Kobalt darzustellen, wie man nach Bergmann's Bemühungen glauben sollte. *d. H.*

mich verſichert, während der letztverfloſsnen fünf Jahre, Magnetnadeln aus Nickel und Kobalt für Schiffsbouſſolen verfertigt, weil ſie weniger von der Luft, als die Magnetnadeln aus Stahl, leiden; und die franzöſiſchen Chemiker ſind, wie ich weiſs, der Meinung, daſs ſolche Magnetnadeln daſſelbe als die aus Stahl leiſten. Ich wohnte im Sommer 1798 in der *Ecole des mines* einigen Verſuchen bei, wo Vauquelin, um zu zeigen, daſs einige magnetiſche Stücke Nickel und Kobalt gänzlich rein von Eiſen ſeyen, dieſe in einer Säure auflöſte, und Galläpfel-Tinctur, oder liquides blauſaures Kali hinzutröpfelte, ohne daſs die mindeſte Farbenänderung durch dieſe Reagentien, für welche Eiſen ſo höchſt empfindlich iſt, bewirkt wurde. Man ſchloſs daraus, ſie ſeyen gänzlich rein von Eiſen, und folglich ſey Magnetismus eine urſprüngliche Eigenſchaft auch des Nickels und des Kobalts; ein Satz, von dem auch ich ſeitdem völlig überzeugt war, bis ich vor kurzem durch Zufall eines andern belehrt wurde.

Ich wollte aus einer ſauren Auflöſung eines unreinen Nickeloxyds reinen Nickel durch Ammoniak niederſchlagen, filtrirte ſogleich nach dem Zuſetzen, und lieſs dann die ammoniakaliſche Auflöſung einige Tage lang in einer wohl verſchloſsnen Flaſche ſtehn. Sie behielt ihre Farbe unverändert; nur bildete ſich ein bläulicher Niederſchlag, den ich durch ein neues Filtriren abſonderte, worauf ich die hell durchgegangne ammoniakaliſche Auflöſung abdampfte. Das Nickeloxyd, welches niederfiel, ſo wie das Ammoniak ſich verflüchtigte, wurde gewaſchen, getrocknet, mit einem ſchicklichen Fluſſe in einen heſſiſchen Tiegel gethan, und dieſer in eine Eſſe geſetzt, die einen ſehr hohen Hitzegrad giebt. Das Reſultat dieſes Prozeſſes war ein auf den Magneten völlig unwirkſamer Nickelkönig, den man ei-

ner Magnetnadel, die auf Kork in Waſſer, oder auf Queckſilber ſchwamm, möglichſt nahe bringen konnte, ohne daſs er die Nadel im mindeſten anzog. Auch zeigte ein wenig von dieſem Nickel in einer Säure aufgelöſt, keine Spur von Eiſen.

Das ſpecifiſche Gewicht dieſes ganz reinen Nickels, durch eine ſehr empfindliche Wage beſtimmt, betrug bei 60° Fahr. 7,3806. Guyton beſtimmte das ſpecifiſche Gewicht dieſes Metalles auf 7,807, und Bergmann gar auf 9; ein Beweis, daſs es durch Beimiſchung von Eiſen dichter wird. Den Schmelzgrad deſſelben konnte ich in Ermangelung eines Pyrometers nicht beſtimmen. An Dehnbarkeit übertrifft er den Zink. Er iſt von beträchtlicher Härte und von körnigem und unebnem Bruche. Von Farbe iſt er ſehr bleich roth, wie einige Verſetzungen von Silber und Kupfer. Prof. Pictet hat einige Stückchen dieſes Nickels mit nach Paris genommen, um die franzöſiſchen Chemiker von dem Irrthume zu überführen, worin ſie bis jetzt wegen des Magnetismus des Nickels ſtanden.

Ich folgere aus allem dieſen, daſs der Magnetismus ein weit empfindlicheres Mittel iſt, die Gegenwart einer geringen Menge reguliniſchen Eiſens zu entdecken, als das blauſaure Kali, um in einer ſauren Auflöſung das Daſeyn von Eiſenoxyd anzuzeigen. Die geringſte Menge metalliſchen Eiſens an der Oberfläche eines Körpers wirkt auf den Magneten, ungehindert von der übrigen Maſſe, indeſs dieſe bei chemiſchen Wirkungen allerdings entgegen wirkt. So erhält ein Stück Kupfer, das auf einem Amboſe gehämmert wird, manchmahl das Vermögen, auf die Magnetnadel zu wirken, obgleich das Eiſen, das an der Oberfläche deſſelben ſitzt, wohl kaum ein Milliontel der ganzen Meſſe beträgt, und ſchwer-

lich durch chemiſche Reagentien zu entdecken ſeyn möchte. *)

Bei dieſer Behandlung des Nickeloxyds durch Ammoniak, find, ſo viel ich bemerkt habe, weiter keine Vorſichtsregeln, als folgende nöthig: 1. Da alle Eiſenoxyde, das rothe allein ausgenommen, in Ammoniak mehr oder minder auflöslich ſind, ſo muſs alles Eiſen durch Einwirkung der Salpeterſäure zu dem *Maximum* von Oxydation gebracht werden, bevor man die Fällung und Wiederauflöſung durch Ammoniak vornimmt. 2. Das Ammoniak muſs vollkommen kauſtiſch ſeyn; denn kohlenſaures löſt das rothe Eiſenoxyd auf. 3. Kann man vor dem Abdampfen erſt etwas Nickel ſich niederſchlagen laſſen, den man durchs Filtriren ſcheidet, damit, wäre ja noch Eiſen dabei, ſich dieſes mit abſcheide.

X.

Erklärung Desorme's und Clement's *gegen den Aufſatz der Amſterdamer Chemiker über das vorgebliche kohligſaure Gas*, (S. 186.) **)

„Dieſer Aufſatz enthält Verſuche, die uns nicht beweiſend ſcheinen. Die Amſterdamer Chemiker

*) Wohl möglich daher, daſs, hätte Coulomb ſeine nadelförmigen Körper mit eiſernen Werkzeugen bereitet, dieſes auf ihren Magnetismus weſentlichen Einfluſs gehabt haben könnte. *d. H.*

**) *Annales de Chimie*, t. 42, p. 151, am Schluſſe eines weitläufigen Aufſatzes über die Kohle, der, ſammt andern dahin gehörigen, in einem der folgenden Hefte benutzt werden ſoll. *d. H.*

erkennen selbst nicht einmahl die Gegenwart von Sauerstoff in dieser Gasart. Hätten sie die Stoffe, womit sie operirten, nach Maafs und Gewicht bestimmt, so würden sie wahrgenommen haben, dafs das kohlensaure Gas, während es über glühende Kohlen geht, (S. 189,) fast gänzlich verschwindet, und dafür als brennbares Gas erscheint. Folglich macht es einen Bestandtheil dieses neuen Gas aus, das eben deshalb nicht blofses Kohlen-Wasserstoffgas seyn kann. Wahrscheinlicher Weise enthielt das Gas, das sie bereiteten, nur deshalb Wasserstoff, weil sie das Kohlenpulver zuvor nicht stark genug durchgeglüht und gegen alle Feuchtigkeit geschützt hatten. Dieses beweist uns ihr Versuch mit Stickgas, das sie inflammabel machten, indem sie es wiederhohlt über glühende Kohlen trieben, (S. 189.) Wir hatten diesen Versuch schon vor geraumer Zeit mit gehörig durchgeglühter Kohle angestellt, ohne dafs das Stickgas dadurch entzündlich wurde.

Sie sehn es als einen entscheidenden Beweis ihrer Behauptung an, dafs das Kupfer die Kohlensäure nicht so zersetzt, als sie in Cruickshank's Versuche durch Eisen zersetzt wird, (S. 188.) Darauf läfst sich indefs antworten: es sey sehr wohl möglich, dafs das Kupfer die Kohlensäure eben so wenig als das Wasser zu zersetzen vermöge, indefs das Eisen beide zersetzt.

Endlich war die Verbindung des inflammabeln Gas mit Schwefel, welche diese Chemiker bewerkstelligten, (S. 193,) *kein* Schwefel-Wasserstoffgas, wofür sie es nehmen, sondern eine blofse Mengung dieses Gas mit dem Kohlenoxyd-Gas, das sich etwas mit Schwefel verbunden hatte; eine Verbindung, von der wir in vorstehendem Aufsatze umständlich gehandelt haben."

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1802, ACHTES STÜCK.

I.

GALVANISCH-ELECTRISCHE VERSUCHE, *angestellt zu Dresden mit 175 Schichtungen aus 3zölligen Platten;*

beschrieben

von

Dr. J. C. L. REINHOLD.

In einem Briefe an den Herausgeber.

Leipzig den 11ten Jul. 1802.

Längst schon wünschte ich Ihnen Versuche mitzutheilen, deren entschiedner Werth eine frühere Bekanntmachung mit vollem Rechte verdient hätte. Ein stetes Gewühl drängender Berufsgeschäfte hielt mich indefs mit unerbittlicher Strenge bis heute davon zurück, und erst in diesen Augenblicken ist mir einige Muse, die ich hierzu verwenden darf, gegönnt.

Bei einem kurzen Aufenthalte in Dresden im April dieses Jahrs hatte ich das Glück, die Bekanntschaft des Herrn Bergraths Seyffert zu

machen, der seit dem Tode des Inspectors Köhler dem mathematisch-physikalischen Saale vorsteht. Unter mehrern Gefälligkeiten erwies er mir auch die, einen Theil des wirklich schönen Apparats zur galvanischen Electricität, den er auf kurfürstliche Kosten für den mathematisch-physikalischen Saal selbst verfertigt hatte, *) auf meine Bitte zu Versuchen aufzustellen. Die Beschreibung dieser Versuche ist es, die Sie hier so, wie ich sie in meinem Tagebuche aufgezeichnet finde, erhalten.

Wir errichteten drei Kupfer-Zink- und zwei Messing-Zink-Batterien, jede von 35 Paar dreizölliger Platten. Die Pappen waren mit gesättig-

*) Er besteht erstens aus einer grosen Anzahl ungeprägter Sächs. Conventionsthaler, Gulden und Zinkscheiben von gleicher Grösse, und zweitens aus vielen quadratförmigen dreizölligen Kupfer-, Messing- und Zinkplatten. Alle sind so genau gearbeitet, dass sie vollkommen auf einander passen; ein Umstand, welcher zur Verstärkung einzelner Batteriewirkungen ungemein viel beiträgt, ob er gleich, der Aussage unsrer Electrometer zu Folge, die in der Säule zu Tage brechende Menge von Electricität um wenig oder nichts vermehrt. — Die Gestelle sind die gewöhnlichen und isolirt; auf ihnen werden, mit dazwischen gebrachten Pappen, die Platten horizontal über einander geschichtet. Ein grosser Vorrath von allen zu chemisch-physikalischen Versuchen erforderlichen Geräthschaften läst für die Vollständigkeit des Apparats wenig zu wünschen übrig. *R.*

ter Salmiakauflösung getränkt, und die Säulen selbst so construirt, dass sich der Hydrogenpol bei der ersten, dritten und fünften unten, bei der zweiten und vierten hingegen oben befand, um so durch leitende Verbindungen zwischen den ungleichnamigen Polen bequem zu *einem* Ganzen verbunden werden zu können. — Da es Hrn. Seyffert einige Mahl geschienen hatte, als wirkten Messing-Zink-Batterien mächtiger, als die aus Kupfer und Zink bestehenden, so beschlossen wir, beide nochmahls genau zu vergleichen. Allein die durch Organe auszumittelnden Empfindungen, als: Erschütterung, Geschmack, Lichtschein, u. s. w., *) zeigten nicht den

*) Erlauben Sie, dass ich hier, wo von Einwirkung des Galvanismus auf die Sinnesorgane die Rede ist, einige dahin gehörige Bemerkungen beifüge.

a. Der *galvanische Lichtschein* lässt sich mit nichts wohl passender vergleichen, als mit derjenigen Empfindung, welche uns ein von ohngefähr ins offne Auge schlegender Reis in diesem verursacht. Diese Aehnlichkeit fand eine Dame, welche diesen Versuch zum ersten Mahle anstellte, und sich daher ohne alle vorgefasste Meinung hierüber äusserte.

b. Dass wir am Oxygenpole ein *blaues* helleres Licht mit *verminderter*, am Hydrogenpole ein *rothes düsteres* Licht mit *erhöhter* Sehkraft im Auge haben, deutet bestimmt auf die *Polarität des feuchten Leitens*, hier des Nerven, hin, und dürfte aus dieser wohl allein erklärt werden können, da sonst dem Oxygen die *rothe*, dem Hydrogen die *blaue*

mindeſten Unterſchied, und das Goldblattgalvanometer hierbei zu gebrauchen, war unmöglich,

Farbe eigen iſt. Mehrere dahin abzweckende Erſcheinungen und Verſuche dann, wenn ich von Anwendung des Galvanismus in der Heilkunde insbeſondre ſprechen werde. (Zu grobe empiriſche Behandlung war gewiſs in mehrern Fällen die alleinige Urſache der miſslungenen Cur. Hierbei noch eine Frage: Iſt es wohl recht, daſs zu einer Zeit, in der wir die Gefahren, welche aus populärer Medicin ſo leicht entſpringen, kennen und gröſstentheils ſo glücklich beſeitigen, in der über Miſsbrauch derſelben ſo laut, ſo nachdrücklich geſprochen wird, daſs wir zu eben dieſer Zeit den Galvanismus, ein ſo groſses, in ſeinen Heilkräften noch ſo wenig gekanntes Mittel, den Händen der Nichtärzte anvertrauen, die bei dem beſten Willen und der gröſsten Vorſicht ſo leicht ſchaden können, ſchaden werden?) — Sie erinnern ſich, daſs ich einiges hierher Gehörige ſchon in meinem 2ten Briefe an Sie, (*Annalen*, B. X, S. 473, Anm.,) äuſserte. Ich habe dieſen Ideen gemäſs den Galvanismus bei den von mir behandelten Kranken bisher angewendet, und habe in der That alle Urſache, mit dem Erfolge meines Verfahrens ſehr zufrieden zu ſeyn.

c. Die ſchönen *Ritterſchen Verſuche* über die durch Galvanismus bewirkte Affection der Sinnesorgane lieſt und hört man zwar oft wiederhohlt, aber faſt immer wird wenigſtens einzelnen davon widerſprochen. Die Urſach hiervon kann wohl keine andre ſeyn, als daſs Perſonen ſich dieſem Geſchäfte unterzogen, welche, ohne gehörige

wenigſtens äuſserſt ſchwierig, weil der untere Theil des Göldblattes im Augenblicke des Ueberſchlagens verbrannte. *)

Kunde vom Galvanismus, ohne einen vertrautern Umgang mit der Batterie zu haben, aus einzelnen Verſuchen über Gegenſtände urtheilten, deren feinere, nicht jedem ſogleich wahrnehmbare Nüancirungen nur dem geübtern Experimentator bemerkbar ſind. Auch ich habe dieſe Verſuche alle in Geſellſchaft hieſiger und auswärtiger Gelehrten mehrmahls wiederhohlt, und *in allem mit der Ritterſchen Beſchreibung völlig übereinſtimmend gefunden.* Dieſe offne Erklärung glaubte ich theils der Wahrheit ſchuldig zu ſeyn, theils in dieſer allgemein geleſenen Zeitſchrift niederlegen zu müſſen, um vielleicht manchem eine ſo mühſame Wiederhohlung zu erſparen, oder doch hierbei Behutſamkeit und Miſstrauen gegen abweichende Reſultate zu empfehlen. *R.*

*) Dieſes, ſo wie die Unempfindlichkeit des Göldblattes gegen ganz kleine Batterien, ſind in der That bedeutende Mängel dieſes Inſtruments; und da die Verfertigung eines Galvanometers, welches nach Arnim's Idee, (*Annalen*, B. VIII, S. 267 und Note,) die Wärmegrade als Maaſsſtab galvaniſcher Action anzeigte, wohl nicht geringern Schwierigkeiten unterworfen ſeyn dürfte, ſo würde ohne Zweifel dasjenige, wo man nach den Quantitäten der in einer beſtimmten Zeit aus dem Waſſer entbundnen Gasarten die Stärke der Säule berechnete, den Vorzug verdienen; (wollte man mit Schelling den Galvanismus für den reinen chemiſchen Prozeſs nehmen, das einzige

Diese in Hinsicht auf Lichtentwicklung so ausgezeichnete Thätigkeit bestimmte uns sogleich, den

Instrument, welches eigentlich Galvanometer genannt zu werden verdiente, da die übrigen nur die Gröfse *eines* Factors dieses Prozesses anzeigten.) Die erste Idee zu einem solchen gab Robertson, (Voigt's *Magazin*, B. II, S. 409,) die zweite, vorzüglichere, Simon, (*Annalen*, B. VIII, S 23 folg.,) nach dessen eben daselbst Taf. I, Fig. 4, gelieferter Zeichnung, Herr Seyffert ein Galvanometer verfertigt hat, welches, wie ich aus eigner Erfahrung weifs, ungemein empfindlich und deswegen selbst bei subtilern Versuchen brauchbar ist. Dafs jedoch auch dieses Galvanometer nicht frei von allen Mängeln sey, kann folgende nur flüchtige Betrachtung zeigen: 1. Da die Gasarten, sowohl ihrer Quantität als Qualität nach, differiren, je nachdem *a.* das zum Versuche angewendete Wasser mehr oder minder rein, *b.* die Temperatur, in der wir experimentiren, mehr oder minder hoch, und *c.* die Spitzen der Entbindungsdrähte mehr oder minder einander genähert sind; so wird es nothwendig, dafs wir jedes Mahl, welches wohl nicht so leicht seyn dürfte, die Entbindungsröhre *AB*, (in Simon's angeführter Zeichnung,) mit demselben reinen Wasser füllen, die Temperatur genau bestimmen, und die Dräthe einander bis auf gleiche Entfernung nähern, welches durch darauf bemerkte Grade wohl am besten zu erreichen wäre. Aus diesen und andern Gründen würde ich zwei solche Apparate, statt des einen wählen, wovon der eine die Menge des entbundnen Sauerstoff-

ganzen Apparat zu einer Reihe dahin abzweckender Verſuche zu benutzen; ein Entſchluſs, den zu bereuen wir nicht Urſach fanden, da unſre Verſuche uns nicht nur die Beſtätigung der von Ihnen, (*Annal.*, B. VII, S. 199 folg.,) Böckmann, (daſ., VIII, 145 folg.,) Bourguet, (VII, 485 folg.,) Simon, (IX, 393 folg.) v. Marum, (X, 121 folg.,) und andern gemachten Erfahrungen gaben, ſondern auch mit neuen Erſcheinungen bekannt machten, deren Beſchreibung ich Ihnen hiermit übergebe.

1. Vermittelſt rein polirter Silberbleche hatten wir die fünf einzelnen Säulen auf die S. 377 angegebne

gas, der andere die des entwickelten Waſſerſtoffgas angäbe. — 2. Der Veränderlichkeit der atmoſphäriſchen Luft und des durch ſie bewirkten Druckes wegen, iſt es nothwendig, daſs die das entwickelte Gas aufnehmende Röhre frei davon ſey. Geſetzt, dieſes wäre der Fall in dem über der Flüſſigkeit *EF*, (ſie muſs eigentlich bis an o der Scale reichen,) befindlichen Theile, wie wird es von *E* bis in die Röhre *AB*, deren zweckmäſsige Füllung übrigens auch nicht ſo leicht iſt, geſchehn können? — 3. Wird die Gradſcale deſswegen mangelhaft ſeyn, weil eine Kraft, welche die Flüſſigkeit in der erſten Sekunde z. B. bis auf 3 Grade empor triebe, dieſelbe in der zweiten nicht bis auf 6 bringen würde, weil jetzt, des durch die 3 Grad hohe Flüſſigkeitsſäule ausgeübten gröſsern Druckes wegen, eine ſchwerere Laſt zu heben, und hierzu eine gröſsere Kraft erforderlich wäre. *B.*

Art zu einer Batterie von 175 Lagen verbunden. *) Sie wirkte so stark, dafs es unmöglich war, länger als zwei Minuten in geschlofsner Kette zu bleiben, ob ich gleich die Finger blofs mit etwas Speichel angefeuchtet hatte und nur vermittelst sehr dünner Metalldrähte schlofs. Ein höchst unangenehmer, mir den ganzen Abend fühlbarer Druck auf die Brust war es, was mich, nächst den über jede Beschreibung lästigen Erschütterungen, begleitet von dem

*) Es steht seit einiger Zeit, wo Raisonnement und dieses bestätigende Versuche es mich lehrten, in meiner Willkühr, die Zahl oder den Flächeninhalt der Platten mehrerer Batterien zu summiren; jenes erreiche ich durch Verbindung der ungleichnamigen, dieses durch Vereinigung der gleichnamigen Pole. Ein Beispiel mag es erläutern. Nehmen Sie mehrere (a) Kupfer-Zink-Batterien, jede von beliebiger (x) Anzahl $y$zölliger Plattenpaare. Ketten Sie den Oxygenpol der ersten mit dem Hydrogenpole der zweiten, den Oxygenpol dieser mit dem Hydrogenpole der dritten u. s. w. zusammen, und Sie haben bei Schliefsung der Endpole, wovon der negative an der ersten, der positive an der letzten Säule sich findet, eine Action = derjenigen einer Batterie von ax Schichtungen $y$zölliger Platten. Lösen Sie diese Verbindung, vereinigen Sie den Oxygenpol der ersten mit dem gleichnamigen der zweiten u. s. w., verfahren Sie mit den Hydrogenpolen auf gleiche Art, und schliefsen nun. Diese Batterie wirkt gleich einer von x Paaren ayzölliger Platten. *R.*

jedem Pole eignen *Empfindungen*, aus der Kette trieb, und von jeder spätern Schliefsung abzustehen warnte. — Die *Fällung* des salpetersauren Silbers am Hydrogendrahte erfolgte mit einer Heftigkeit, welche die Glasröhre zu sprengen drohte, weshalb wir diese nicht über einige Sekunden in der Kette lassen durften.

2. Die *Funken* waren höchst beträchtlich; ihre Form die gewöhnliche; ihr Durchmesser oft zwei pariſ. Zoll und mehr, vorzüglich dann, wenn wir vermittelst Eisendrähte die Pole in ein mit reinem *Queckſilber* gefülltes Gefäſs leiteten, *) auf welchem jeder genommne Funke die bekannte Lichtenbergiſche Figur zurückliefs. **) Beim Verbrennen einzelner auf die Polplatten gesetzten *Waſſertropfen* schlugen so, wie in der *Lichtflamme*, die Funken auf

*) Auf diese Art gelingen auch, wie Herr Seyffert fand, die Schmelzungs- und Verbrennungsversuche vollkommner und leichter. Ich glaube deswegen, weil die Queckſilberfläche immer neue, nicht-oxydirte Berührungspunkte in gröſserer Menge darbietet. *R.*

**) Merkwürdig für die Polarität der Batterie bleibt es, daſs der Oxygenpol immer den Kreis, das Zeichen negativer, der Hydrogenpol den Stern, den Zeugen positiver Electricität, auf dem Queckſilber giebt. Rührt dieſes von der verschiednen Leitungsfähigkeit dieſer Metalle her; wird diese durch die ihre ſpecifiſche Dichtigkeit beſtimmenden Urſachen vermittelt? *R.*

½ bis 1 Linie über. Die Ritterschen *Dendriten* waren von ausgezeichneter Schönheit und Gröfse, selbst wenn die Spitzen der Eisendrähte zollweit von einander entfernt wurden. Bei wirklicher Berührung schmolzen diese so fest zusammen, dafs nur eine bedeutende Kraft sie wieder zu trennen vermochte.

3. Eine halbe Drachme gekörnten *Schiefspulvers* ward in eine eiserne Schale geschüttet; es entzündete sich im Augenblicke, als wir, wie es immer geschah, mit Eisendrähten schlossen. Dieser Erfolg fehlte nie, selbst bei öfterer Wiederholung des Versuches, und das Pulver verknallte eben so schnell, wir mochten am Hydrogen- oder Oxygenpole die Kette schliefsen, die Schale auf diesen oder jenen bringen. — Eben so leicht brannten *Schwefelblumen* und *Baumwolle*, doch mufste diese mit etwas *Lycopodium* vorher bestreuet werden; blofs mit Speichel genäfst, fand ich sie an der auf der Endplatte des Oxygenpols gelegnen Fläche wie angefengt, indefs sich da, wo der Hydrogendraht die Verbindung machte, Wasserstoffgas in zischenden Blasen entwickelte. Auf den Hydrogenpol gebracht, zeigte sie, wie natürlich, eine dieser entgegengesetzte Polarität, und eben deswegen auch entgegengesetzte Erscheinungen; wirkliche Entzündung erfolgte nie.

Bei diesen, wie in allen Versuchen, wo ich die Batterie durch Metall einige Zeit geschlossen hielt, stieg die *Temperatur* dieses Verbindungsdrahtes zu einer solchen Höhe, dafs man mit recht trockner Hand

ihn kaum einige Sekunden zu halten vermochte. Dafs dieſe Wärme aber urſprünglich am Oxygenpole entſtand, konnte man bei gehöriger Aufmerkſamkeit ziemlich genau fühlen, wenn dieſer Draht etwas lang gewählt, und mit der einen Hand da, wo er auf dem Hydrogenpole der Batterie ruhte, mit der andern an der den Oxygenpol berührenden Stelle gefaſst wurde.

Auch *Naphtha*, *Alkohol*, ſelbſt die ſchlechtern Sorten deſſelben, zündete unſre Batterie; erſtere einmahl ſelbſt, als der ſchliefsende Draht nur ſie allein traf, ohne den ſie enthaltenden ſilbernen Löffel im mindeſten zu berühren. — Ob trockner *Phosphor* auch in dieſer ſo mächtigen Batterie nicht leite, konnten wir nicht entſcheiden, da der unſrige zu feucht hierzu war.

4. Blätter von *Gold*, *Silber*, *Kupfer*, *Meſſing*, *Bronze* und *Stanniol*, ſämmtlich von der Gröſse des Duodezformates, verbrannten, am Oxygenpole befeſtigt, mit den ihnen eigenthümlichen, von Trommsdorff *) und Simon **) beſchriebnen Farben im Augenblicke, als ſie der zugeſpitzte Eiſendraht des Hydrogenpols berührte. Das Einbrennen von Schriftzügen u. dgl. miſslang uns nie. Ich übergehe die dieſe Verſuche begleitenden Erſcheinungen; Sie kennen ſie alle. Nur Eine, mir und vielleicht auch Ihnen neue, hebe ich aus; ſie zeigte

*) *Journ. der Pharm.*, B. IX, St. 2, S. 155 folg. *R.*

**) *Annalen*, B. IX, S. 401 folg. *R.*

ſich beim Verbrennen der Platte Bronze. Wie Leinwand, welche zu Zunder aufloodert, brannte ſie in faſt zollbreiten Streifen auf, welche von der Stelle, wo der Hydrogendraht ſie berührte, bis an deſſen obern Rand vertikal aufſtiegen, und in mehrern Farben ſchillerten, unter welchen die bleigraue am meiſten hervorſtach. Uebrigens war dieſelbe an dieſen Stellen von ſehr lockerer Textur, ſo daſs ſie beim Anfaſſen zu einem grauen Oxyd zerfiel. Zwiſchen dieſen Oxydſtreifen war das Metall unverſehrt und glänzend rein. Keines der andern Metalle both eine dieſer ähnliche Erſcheinung dar. — *Eiſendraht* von No. 16 verbrannte im Augenblicke der Schlieſsung, Funkenſprühend, mit einem blendenden weiſslichen Lichte, *) und einer unglaublichen, jeder ruhigern Beobachtung voreilenden Schnelle. Es war dieſes ſelbſt bei 28 Zoll langen Drähten der Fall, deren blitzſchnelles Verſchwinden das intereſſanteſte Schauſpiel gewährte. Die Heftigkeit des Prozeſſes werden Sie ſich denken, wenn ich verſichere, daſs wir die Stellen, wo dieſe Funken auf den unſern Apparat tragenden hölzernen Tiſch aus einer Höhe von mehrern Fuſs herabgefallen waren, wirklich eingebrannt fanden. — *Kupfer*- und *Meſſingdrähte* von gleicher Stärke brachte dieſe Batterie, vorzüglich dann, wenn wir uns der mit Queckſilber gefüllten Schale, als ſchlieſsenden Mittelgliedes, (wie S. 383,) bedienten, bei jeder Be-

*) Wie im Sauerſtoffgas. *R.*

rührung zum lebhaften Glühen, und verbrannte so in kurzer Zeit ein bedeutendes 8 bis 10 Zoll langes Stück derselben. Welche Kraft übrigens das Verbrennen der Kupferdrähte erfordert, erhellt aus Hrn. Seyffert's Beobachtung, welcher mehrere Mahl sehr starke Batterien unmittelbar nach diesem Versuche unthätig, *) und selbst für eine beträchtliche Zeit erschöpft fand. Die unsrige erlitt hierdurch nicht den geringsten Verlust.

Alle übrige mit dieser so mächtigen Batterie angestellten Versuche würden, da sie, wenigstens für Sie, nichts Neues enthalten, auch von minderm Interesse für Sie seyn. Ich übergehe sie daher, und füge diesem allen nichts, als die Versicherung hinzu, dass mit wahrer Achtung ich verharre u. s. w.

*) Ein Gleiches beobachtete Trommsdorff beim Verbrennen von Blattgold, Silber, Metallgold, Kupfer und Zinn; das letzte erschöpfte die Säule am meisten, weniger die demselben vorhergehenden, und zwar in dem Verhältnisse, wie sie hier aufgeführt sind. Den Grund hiervon glaubt er in der mindern Dehnbarkeit der letztern zu finden. (*Journ. der Pharm.*, B. IX, St. 1, S. 158, 159.) *R.*

II.

Galvanische Batterien aus einem Metalle und verschiedenartigen Flüssigkeiten,

untersucht

von

HUMPHRY DAVY,

Lector der Chemie an der Royal-Institution in London. *)

1. Alle galvanische Batterien, die man bisher versucht und beschrieben hat, wurden aus Ketten zusammengesetzt, die aus zwei Metallen, (oder aus einem Metalle und Kohle,) und einem feuchten Leiter bestanden; und man war allgemein der Meinung, dafs die Wirksamkeit dieser Ketten einigermafsen mit der Verschiedenheit in der Leitungsfähigkeit dieser Metalle für Electricität zusammenhänge. Doch habe ich gefunden, dafs sich eine solche Anhäufung galvanischer Wirkung, wie in der gewöhnlichen Säule, auch durch Zusammenreihung einerleiartiger Metallplatten oder Metallbogen mit verschiedenartigen Flüssigkeiten hervorbringen läfst, worauf mich der Zusammenhang der chemischen Erscheinungen mit der Entwicklung der galvanischen Kraft leitete. **)

*) Zusammengezogen aus den *Philosophical Transactions for* 1801. *d. H.*

**) Vergl. *Annalen der Physik*, VIII, 1 f. *d. H.*

Säulen aus Metallen, aus denen sich, weil sie in ihrem electrischen Leitungsvermögen zu wenig von einander verschieden sind, mit Wasser als feuchtem Leiter keine wirksame galvanische Batterie errichten läfst, z. B. aus Silber und Gold, oder aus Kupfer und Silber, gaben sogleich galvanische Wirkung, wenn man die Doppelplatten abwechselnd mit Tuchscheiben aufschichtete, die mit Säuren oder mit einer andern Flüssigkeit getränkt waren, welche nur eins der beiden Metalle oxydirt, z. B. Silber und Gold mit Salpetersäure, Kupfer und Silber mit salpetersaurem Queckfilber, u. s. w. Dieses führte mich auf die Vermuthung, zwei Metalle möchten zur Verstärkung der galvanischen Wirksamkeit nur in so fern wesentlich nothwendig seyn, als sie zwei leitende Flächen von verschiedner Oxydirbarkeit darbieten, und dasselbe müsse sich mit einem einzigen Metalle bewirken lassen, wenn man es mit verschiedenartigen Flüssigkeiten so in Verbindung zu bringen wüfste, dafs blofs eine der beiden Flächen oxydirt würde.

Dieser Voraussetzung gemäfs versuchte ich mehrere Zusammensetzungen aus einzelnen Metallen und Flüssigkeiten, und erhielt in der That mehrere wirksame Batterien, wenn Oxydirung oder eine andere chemische Wirkung blofs an Einer Stelle des Metalles vor sich ging. Diese galvanischen Batterien aus einem Metalle und verschiedenartigen Flüssigkeiten lassen sich in drei Klassen abtheilen.

2. Zur *erſten Klaſſe*, welche die ſchwächſten Batterien giebt, die in allen ihren Wirkungen mit der gewöhnlichen Säule übereinſtimmen, gehören die Verbindungen von Platten oder Bogen eines Metalles mit zwei Flüſſigkeiten, deren eine das Metall zu oxydiren vermag, die andere nicht. Zinn, Zink und einige andere leicht oxydirbare Metalle wirken hierbei am ſtärkſten.

Schichtet man z. B. aus polirten *Zinnplatten* von 1 Quadratzoll Fläche und $\frac{1}{25}$ Zoll Dicke, und aus gleichgeſtalteten Tuchlappen, deren einige man mit Waſſer, andere mit verdünnter Salpeterſäure befeuchtet hat, eine Säule von 20 Lagen, in folgender Ordnung über einander: *Zinn, Säure, Waſſer*; ſo erhält man eine galvaniſche Batterie, welche durch ſchwache Senſationen auf die Sinnesorgane wirkt, und im Waſſer die bekannten Phänomene zeigt, indem der Draht der Fläche, die oxydirt wird, Waſſerſtoffgas entbindet, und ein Silberdraht von der ſich nicht-oxydirenden Fläche, Oxyd abſetzt. — Da die Säuren ſpecifiſch ſchwerer als Waſſer ſind, ſo muſs in jeder Kette einer Säule dieſer Art, der mit der Säure genäſste Tuchlappen, unter dem mit Waſſer benetzten liegen; beide Flüſſigkeiten vermiſchen ſich dann nur wenig mit einander.

Da ſich *Zinkplatten* in Berührung mit Waſſer, welches atmoſphäriſche Luft enthält, ſchnell oxydiren, ſo thut man beſſer, zu Säulen dieſer Art aus Zink, ſtatt des Waſſers, eine ſchwache Auflöſung von

von Schwefelkali zu nehmen, welches auf den Zink nicht chemiſch wirkt, auch das Waſſer, worin es aufgelöſt iſt, daran verhindert. Benetzt man einige der Tuchlappen mit Schwefelkali, andere mit liquidem ſchwefelſauren Kali, und noch andere mit einer ſpecifiſch ſchwerern oxygenirenden Flüſſigkeit, und baut dann die Säule in folgender Ordnung auf: *Zink*, *oxygenirende Flüſſigkeit*, *ſchwefelſaures Kali*, *Schwefelkali*, ſo werden die drei Flüſſigkeiten nur wenig chemiſch auf einander wirken und ſich wenig miſchen. Schon eine Säule aus 12 ſolchen Lagen giebt merkbare Wirkungen.

3. Zur *zweiten Klaſſe* rechne ich die galvaniſchen Batterien, aus einem Metalle, welches auf Schwefelwaſſerſtoff, (ſogenannte Schwefellebern, die in Waſſer aufgelöſt ſind,) wirkt, und die aus dieſem Metalle, aus liquidem Schwefelkali und aus Waſſer beſtehn. Bringt man die eine Seite jeder ſolcher Metallplatten oder jedes Metallbogens mit Waſſer, und die andere mit liquidem Schwefelkali in Berührung, ſo erhält man aus einer hinreichenden Menge ſolcher Lagen eine wirkſame Säule. Im Gasapparate mit Silberdrähten giebt der Draht von der Schwefelwaſſerſtoffſeite des Metalles, (wo chemiſche Veränderungen vorgehn,) Oxyd, der Draht von der Waſſerſeite, Waſſerſtoffgas. Man kann zu dieſen Batterien *Silber*, *Kupfer* oder *Blei* nehmen, und ſie mit Tuchlappen, die mit den erwähnten Flüſſigkeiten genäſst ſind, in folgender Ordnung zu einer Säule aufſchichten: *Metall*, *liquides Schwefelkali*,

Waſſer. Schon 8 ſolche Lagen geben merkbare Wirkungen, und der Draht vom obern Ende einer ſolchen Säule iſt der Oxydgebende. *Kupfer* iſt in dieſen Verbindungen wirkſamer als *Silber*, und Silber wirkſamer als *Blei.*

4. Die *dritte Klaſſe*, welche die kräftigſten dieſer Arten von galvaniſchen Batterien enthält, beſteht aus den Metallen, die auf Schwefelwaſſerſtoff chemiſch wirken, aus liquidem Schwefelwaſſerſtoffe und aus oxygenirenden Flüſſigkeiten, da dann an den entgegengeſetzten Seiten der Metallplatte von einander verſchiedne chemiſche Veränderungen vor ſich gehn. Auch hier trennt man am füglichſten, wie in den Zinkſäulen der erſten Klaſſe, je zwei Tuchſcheiben, deren eine mit Säure, die andere mit liquidem Schwefelkali getränkt iſt, durch eine dritte mit ſchwefelſaurem Kali genäſste Tuchſcheibe. Eine Kupfer- oder Silberſäule aus drei ſolchen Lagen giebt ſchon merkbare Wirkungen, und eine Säule aus 12 bis 13 Lagen ſchwache Schläge, und eine lebhafte Erzeugung von Gas und Oxyd im Waſſer. Der Draht von der ſich oxydirenden Seite giebt Waſſerſtoffgas, und ein Silberdraht von der Schwefelwaſſerſtoffſeite des Metalles Oxyd, ſo wie ein Golddraht Sauerſtoffgas.

5. In allen dieſen Säulen aus einem Metalle, die mit Tuchſcheiben aufgeſchichtet werden, iſt die Wirkung ſchnell vorübergehend; die Säuren und Schwefelalkalien ſind meiſt in wenig Minuten völlig zerſetzt, und dann hört die galvaniſche Wirkung

auf. Diese Batterien lassen sich indefs vermittelst folgenden Apparats auf eine Art einrichten, dafs ihre Wirksamkeit viel länger anhält. Ein länglicher Kasten aus drei Mahagonibrettern, die mit einem nicht-leitenden Kitte überzogen sind, ist mit Einschnitten versehn, in die sich abwechselnd eine der Metallplatten und eine Platte aus Horn oder Glas hineinschieben und darin wasserdicht verkitten lassen. In die Zellen, die dadurch entstehn, giefst man die Flüssigkeiten, und verbindet je zwei der durch eine Horn- oder Glasplatte getrennten Flüssigkeiten durch Streifen angefeuchteten Tuchs. *) Ein solcher Apparat aus 50 Kupferplatten mit schwacher Salpetersäure oder salpetersaurem Ammoniak und mit liquidem Schwefelkali gefüllt, giebt ziemlich starke Schläge, ladet den Condensator, und behält seine Kraft mehrere Stunden lang. Läfst sie nach, so läfst sie sich ihm sogleich wiedergeben, wenn man etwas von diesen Flüssigkeiten in concentrirtem Zustande hinzutröpfelt.

Nach einem Versuche mit Silber und Kupfer zu urtheilen, wirken Batterien mit einem Metalle gleich gut, dieses mag rein oder etwas legirt seyn.

*) Also nichts anderes als ein Cruickshankscher Trogapparat; vergleiche *Annalen*, VII, 99, und VIII, 133. *d. H.*

III.

Galvanische Batterien aus Holzkohle und Flüssigkeiten,

von

HUMPHRY DAVY. *)

Ein Stück gut gebrannter Holzkohle, die an einem Ende mit Wasser, am andern mit Salpetersäure in Berührung steht, bildet, wenn beide Flüssigkeiten leitend verbunden werden, eine einfache galvanische Kette, deren Wirksamkeit sich durch Contractionen in präparirten Froschschenkeln und durch Sensationen in den Sinnesorganen äüsert.

Die beste Methode, mehrere solche homologe Ketten zu einer galvanischen Batterie zu vereinigen, ist folgende: Man giefst abwechselnd in eine Reihe Gläser Wasser und Salpetersäure, und verbindet je zwei nächste Flüssigkeiten abwechselnd durch einen nassen Tuchstreifen und durch gut gebrannte Holzkohle. Die Kohle mufs von einem recht dichten Holze seyn, z. B. von Buchsbaum oder Lebensbaum, damit sich die Flüssigkeiten nicht, wie in Haarröhrchen, in ihnen hinaufzieht. Lassen sich die Kohlenstücke nicht in Bogengestalt erhalten, so kann man auch zwei dünne schmale Streifen von Kohle an ihrem einen Ende mit Seide, unter dem ge-

*) Nicholson's *Journal of nat. philos.*, 1802, Febr., p. 144. *d. H.*

hörigen Winkel so an einander binden, dafs sie sich in beide Gläser setzen lassen.

Zwanzig solcher Ketten geben merkbare, doch schwache Schläge. Schliefst man die Batterie vermittelst einer Kette, die aus zwei durch Golddraht verbundnen Gläsern voll Wasser besteht, so giebt die Spitze des Golddrahts, welche sich in dem Wasser befindet, das die Stelle der Säure einnimmt, Hydrogengas, und die Goldspitze im andern Glase Oxygengas.

Nimmt man zu einer solchen Batterie statt des Wassers ein liquides Schwefelkali, so scheint die Wirkung verstärkt zu werden. Eine Batterie aus Schwefelkali, dichter Kohle und concentrirter Salpetersäure scheint eine ähnliche Batterie, die statt der Kohle Kupfer enthält, an Wirksamkeit zu übertreffen, und einer Batterie aus Zink, Silber und Wasser beinahe gleich zu kommen. Statt der Salpetersäure läfst sich auch Schwefelsäure nehmen, ohne wesentliche Verschiedenheit.

IV.

VERSUCHE

mit Voltaiſchen Säulen aus Zink und Holzkohlen,

angeſtellt zu Wien. *)

Gewöhnliche Holzkohlen gepulvert und mit gekochtem Stärkenmehle zu einem Teige gemacht, wurden in eine Form geſchlagen und darauf gut gebrannt. So erhielt man Scheiben aus Holzkohlen, 5,5‴ dick und 2″ 9,5‴ im Durchmeſſer, und dieſe dienten zu den folgenden Verſuchen. Als ſie mit gleich groſsen Scheiben aus halb Zink halb Zinn, und mit Papierſcheiben, die in liquidem ſalzſauren Kali getränkt waren, zu einer Säule = 30 (*Zink, feuchter Leiter, Kohle,*) aufgeſchichtet wurden, erhielt man eine kräftige Voltaiſche Säule, die ſich

*) Aus einer weitläuftigern Nachricht von dieſen Verſuchen in Scherer's *allgemeinem Journale der Chemie*, VII, 617 f. Dieſe Verſuche wurden noch im vorigen Jahre von dem Herrn Major Hellwig, (dem wir ſchon eine andere Folge intereſſanter electriſch-galvaniſcher Verſuche verdanken, *Annalen*, VII, 485,) Major Tihavsky und Hauptmann v. Leyteny, im chemiſchen Artillerie-Laboratorio zu Wien unternommen. Ich glaube der Vollſtändigkeit halber das Weſentliche derſelben in den *Annalen* nicht ganz übergehn zu müſſen. *d. H.*

besonders durch ihre Funken auszeichnete, welche schon bei vier Lagen sichtbar wurden. Schloss man die Kette mit einem metallischen Entlader an der Kohlenplatte, so zeigten sich Funken mit Rauchentwickelung; ein Beweis der Schmelzung des angewandten Metalles. Dasselbe geschah auf ähnliche Art bei Anwendung gut gebrannter zugespitzter Erlenkohle als Entlader; diese überzog sich dabei sogleich mit einer Aschenhaut, und musste, um fortzuwirken, aufs neue zugespitzt werden.

Phosphor, *Schwefel* oder *Schiesspulver*, auf die obere Kohlenplatte gestreut, liessen sich durch diese Säule augenblicklich, und bei weitem schneller als durch die Batterie von 300 Metall-Lagen, (*Annalen*, VII, 485,) entzünden. Auch entzündete sich das *Knallqueckfilber*, doch ohne Knall. — *Ueberoxygenirt-salzsaures Kali* allein, oder mit Kohle vermischt, detonirte nicht; wohl aber, wenn man es mit Schwefel oder mit Schwefel und Kohle vermischt hatte. — *Feuerschwamm* liess sich entzünden.

Ein Gasapparat, worin zugespitzte Kohlen statt der Drähte dienten, gab, als er in die Kette gebracht wurde, nach einigen Sekunden eine eben so starke Gasentbindung an beiden Kohlenspitzen, als ein Gasapparat mit Gold- oder Platindrähten in der gewöhnlichen Säule aus Metallen.

Als die Säule noch mit 5 Lagen erhöht wurde, zu denen man statt der Kohlenplatten, die auf die angegebne Art bereitet waren, Platten aus *gewöhn-*

lichen Holzkohlen nahm, war alle galvanische Wirkung verschwunden. Unsre *Schmiedekohlen* sind nicht vollkommen verkohlt, enthalten noch Harztheile, und zeigen sich deshalb in der Säule eben so unwirksam wie die gewöhnlichen *Steinkohlen*, die kein Leitungsvermögen äussern. *)

Folgende Säule = 35 (*Zink, Kupfer, feuchter Leiter, Zink, Kupfer, Kohle,*) gab, mit nassen Händen berührt, Schläge bis an das obere Gelenk der Finger, und fast eben so häufige, doch nicht ganz so kräftige Funken als die vorhin erwähnte Säule = 30 (*Zink, feuchter Leiter, Kohle.*) — Eine Säule aus *Zink, feuchtem Leiter, Kohle, feuchtem Leiter* u. s. f. erbaut, hatte durchaus keine Wirksamkeit. Eine Säule aus *Kupfer, Kohle, feuchten Leitern* errichtet, gab keine Funken, keine Wasserzerletzung, und vermochte die Sinnesorgane kaum merklich zu reizen.

Mit der Hydrogenseite der Säule wurde eine *glühende Kohle*, mit der Oxygenseite eine *Erlenkohle* in leitende Verbindung gesetzt. Als diese mit der

*) Dasselbe fand auch Herr Prof. Böckmann in Carlsruhe, der auf einem rauh gehauenen ebnen Steine sich durch Abreiben 30 Kohlenplatten aus gewöhnlichen Holzkohlen bereitet hatte. Er mochte sie mit Silber oder Zink zu einer Voltaischen Säule aufschichten, sie blieben immer unwirksam. Vielleicht, dafs sie, nochmahls gebrannt, sich eben so wirksam gezeigt haben würden, als die oben beschriebnen Kohlenplatten. *d. H.*

erſtern in Berührung gebracht wurde, entſtand ein ſtarker weiſslicher Funke, der ſich ſehr gut auf der roth glühenden Kohle darſtellte. — Aehnliche Funken gaben unter denſelben Umſtänden zwei *glühende Kohlen; glühendes Eiſen*, ſowohl mit *todter Kohle* als mit *glühendem Eiſen* berührt; zwei *feuchte Leiter* mit einander in Berührung gebracht, doch nur ſchwache; ſtärkere *Kohle* und ein *feuchter Leiter*.

Zwei Kohlenſtücke, die mit den Enden einer Säule aus 26 Lagen leitend verbunden waren, wurden in einem Recipienten voll *Sauerſtoffgas* in Berührung gebracht. Sie entzündeten ſich und verbrannten.

V.

VERSUCHE

über die Oxydirung der Metalle durch electrische Schläge, und die Absorption der Luft, welche dabei statt findet,

von

JOHN CUTHBERTSON,
physikalischem Instrumentenmacher in London. *)

Da electrische Schläge Metalle schmelzen, war zu vermuthen, dafs sie sie auch zu verkalken vermögen. Im Jahre 1787 glückte es dem Dr. van Marum und mir, verschiedne Metalle durch Entladungsschläge in Flocken zu verwandeln, und dabei wurde Papier, über welches in geringer Entfernung Metalldrähte, durch die der Schlag ging, gezogen waren, mit schönfarbigen Figuren bedeckt. Wir hielten die Flocken und Figuren für Metalloxyde, und unternahmen, um dieses darzuthun, eine Reihe von Versuchen, welche indefs Herr Dr. van Marum, nach dem Verluste einiger Gläser, die zersprengt wurden, nicht weiter fortsetzen wollte. (*Seconde contin.*, p. 272.) Dieses ist gewifs zu bedauern, da er einem von mir verfertigten electrischen Apparate, der einzig in der Welt ist, vorsteht, von dem, wie ich fürchte, wir jetzt nicht viel mehr

*) Im Auszuge aus Nicholson's *Journal* etc., Vol. 5, p. 136 f. *d. H.*

zu erwarten haben. *) In den Jahren 1793 und 94 unternahm ich in Amſterdam zwei verſchiedne Reihen von Verſuchen über dieſen Gegenſtand, die mir indeſs nichts Neues und Genügendes lehrten; (*Eigenſchappen der Electric. door J. Cuthb.*, D. 3, Amſt. 1794, bl. 2, 143,) und nach meiner Rückkunft in London kam ich bei Gelegenheit von Vorleſungen über die Electricität, nochmahls darauf zurück. Meine frühern Verſuche hatten mich belehrt, daſs es dabei auf einen Apparat ankömmt, in den ſich atmoſphäriſche Luft oder andere Gasarten und jede beliebige Drahtwage hinein bringen, und in welchem ſich die beim Explodiren verſchluckten Gasmengen genau meſſen laſſen. Dazu erdachte ich folgenden Apparat, welcher dieſe Eigenſchaften beſitzt.

Der Glasrecipient *abcd*, (Taf. VI, Fig. 1,) iſt ungefähr 10 Zoll hoch und 6 Zoll weit; am obern Ende iſt die runde Meſſingſcheibe *ab*, am untern

*) Ich würde dieſe kleine Unart, gegen einen ſo vortrefflichen und verdienten Phyſiker, nicht hierher übergetragen haben, diente ſie nicht zum Beweiſe einer gewiſſen Animoſität gegen ihn, die ſchon aus Cuthbertſon's Aufſatz, *Annalen*, III, 1, hervorzuleuchten ſchien. Wie ſehr findet ſich nicht Cuthbertſon in dieſer Vorherſagung durch die trefflichen electriſchen und galvaniſch-electriſchen Verſuche, die Herr Dr. van Marum vor kurzem bekannt gemacht hat, beſchämt! Man vergleiche überdies mit obigem *Annalen*, I, 261. *d. H.*

ein meſſingener Ring aufgekittet, auf welchen die Meſſingkappe *pq* luftdicht aufgeſchraubt wird. In der Mitte dieſer Kappe *pq* läſst ſich der Hahn *f* einſchrauben, der unten auf dem Fuſsgeſtelle ruht, welches den ganzen Apparat trägt. Die obere Meſſingſcheibe hat drei Oeffnungen, in welchen zwei Meſſingröhren mit Hähnen, (*n*, *o*,) und die 3 Zoll lange und $\frac{3}{4}$ Zoll weite Meſſingröhre *m* feſtgeſchraubt ſind. In die beiden erſten laſſen ſich zweimahl gebogne Glasröhren einſchrauben, in deren einer, *k*, etwa $\frac{1}{2}$ Zoll Queckſilber, in der andern eben ſo viel Waſſer befindlich iſt. Die dritte dieſer Röhren, *m*, iſt an beiden Enden mit Korkſtöpſeln verſehn, und mit Schweinefett ausgefüllt. Auf der Innenſeite der Meſſingkappe *pq* befindet ſich eine Rolle an einer Achſe, welche in zwei kleinen Pfeilern läuft, beſtimmt, daſs ein Vorrath von dem zu explodirenden Drahte darauf gewunden werde. Dieſer Draht wird ſtellenweiſe, (etwa alle 4 Zoll,) an einen gleich langen Bindfaden gebunden, und ſo auf die Rolle gebracht. Das obere Ende beider zieht man, mittelſt einer langen Meſſingnadel, durch die Korke und das Fett in der Röhre *m*; und nachdem dieſe wieder eingeſchraubt worden, zieht man Draht und Faden ſtraff an, wie *h*, da ſie dann, vermöge des Schweinefetts, luftdicht durch die Korke in *m* durchgehn. Schlieſsen nun auch alle Schrauben vollkommen luftdicht, ſo muſs, wenn man den Hahn *f* verſchlieſst, und die Hähne *n*, *o* öffnet, die geringſte Veränderung der Luftmaſſe im Recipien-

ten sich durch den Stand des Queckſilbers in *k*, (oder iſt ſie ſehr geringe, wenigſtens durch den Stand des Waſſers in *i*,) zeigen. Da aber auf dieſen Stand auch die Temperatur der innern Luft Einfluſs hat; ſo muſs man vor und nach jeder Exploſion den Recipienten in kaltes Waſſer ſetzen, ſo daſs auch die obere Platte mit bedeckt wird, und ihn darin ſo lange laſſen, bis der feſte Stand der Queckſilber- und der Waſſerprobe beweiſt, daſs die Temperatur der Luft im Innern und Aeuſsern gleich iſt. Wird hierauf nicht groſse Sorgfalt gewandt, ſo erhält man irrige Reſultate, wie mein eignes Beiſpiel in den erſten der folgenden Verſuche beweiſt.

Verſuch 1 *mit Bleidrähten.* Nachdem der Recipient bei offnen Hähnen *n*, *o* und abgeſchraubten Queckſilber- und Waſſerproben 9 Minuten lang in kaltem Waſſer geſtanden hatte, wurden dieſe Proben wieder angeſchraubt, und da ſie unveränderlich ſtehn blieben, die Hähne geſchloſſen und der Recipient herausgenommen und abgetrocknet. Ich ſtellte ihn darauf ſo nahe an mein allgemeines Electrometer, *) als es geſchehn konnte, ohne daſs er in den Wirkungskreis der Kugel *A* gekommen wäre, d. h. 1 Fuſs von *D*, ſetzte durch dickern Draht die Kugel *a* des Electrometers mit der Hahnröhre *n*, die äuſsere Belegung einer Batterie aus 15

*) Man nehme hierbei die Abbildung deſſelben in den *Annalen*, Band III, Taf. I, Fig 1, zur Hand. *d. H.*

Flaſchen mit dem Hahne *f*, und die innere Belegung, (von 17 Quadratfuſs,) mit der Kugel *b* des Electrometers in leitende Verbindung, und hing in die Electrometerkugel *B* ein Gewicht von 26 Gran. Als der Entladungsſchlag erfolgte, zerſtiebte der $\frac{3}{8}$ Zoll dicke Bleidraht *h* in einen feinen, unfühlbaren, bläulich-weiſsen Staub, der anfangs in Geſtalt einer weiſsen Wolke den ganzen Recipienten füllte. Dieſer wurde darauf unter Waſſer geſetzt, und nach etwa 5 Minuten der Hahn zur Queckſilberwage geöffnet. Dieſe veränderte ihren Stand nicht im geringſten, und ſelbſt in der Waſſerwage war nur eben eine kleine Bewegung zu ſehn, woraus ich ſchloſs, daſs der ſo erzeugte Staub *keine* Luft abſorbirt habe.

Der Bindfaden war unbeſchädigt geblieben. Mittelſt deſſelben wurde mehr Draht abgerollt, und alles wie zuvor eingerichtet. Ohne ihn in Waſſer zu ſetzen, lieſs ich hinter einander 5 Entladungen, durch eben ſo viele Drahtlängen, (jede betrug 7 Zoll,) hindurchgehn, und erſt nachdem ſo 35 Zoll Draht in bläulich-weiſsen Staub waren verwandelt worden, wurde der Recipient in Waſſer geſetzt. Hier blieb er ſo lange wie das erſte Mahl, und als nun die Hähne *n* und *o* geöffnet wurden, zeigte ſich wiederum *nicht* die geringſte Veränderung im Stande beider Wagen. Alſo ſchien wiederum keine Luft verſchluckt zu ſeyn. Ich unterſuchte darauf die Luft des Recipienten mittelſt eines Eudiometers;

sie zeigte sich von demselben Oxygengehalte, als die äussere Luft. *)

Nachdem der Recipient sorgfältig vom Metallpulver war gereinigt worden, wiederhohlte ich diesen Versuch noch einmahl. Der Erfolg war völlig derselbe. Nun aber liefs ich den Recipienten 24 Stunden lang, bei wieder verschlossnen Hähnen, im Wasser stehn; und jetzt zeigte sich, als bei unveränderter Temperatur der Hahn der Queckfilberwage aufgedreht wurde, eine Luftabsorption von etwa 1 Kubikzoll. — Selbst als ich 130 Zoll desselben Drahtes mittelst 20 Schläge hinter einander explodirte, und dann, nach kurzer Abkühlung, den Hahn der Queckfilberwage öffnete, veränderte sich der Queckfilberstand nicht im mindesten.

Ich nahm nun einen Recipienten, der nur halb so weit als der vorige war, und spannte in ihm Bleidraht von derselben Dicke. Der Staub behielt dieselbe Farbe wie zuvor; nun aber zeigte sich, nachdem 35 Zoll Draht hinter einander waren in Staub verwandelt worden, eine Luftverminderung im Recipienten, welche die Wasserwage um 1 Zoll und die Queckfilberwage um $\frac{1}{26}$ Zoll steigen machte. Als der Versuch mit dünnern Bleidrähten von $\frac{1}{185}$ und $\frac{1}{214}$ Zoll Durchmesser wiederhohlt wurde, bildete sich ein weisserer Staub, die verschluckte Luftmenge blieb aber dieselbe.

*) Bei dieser Prüfung müssen grofse Fehler vorgegangen seyn, wie die Folge lehrt. *d. H.*

Da aus diesen Versuchen zu schliessen war, dass die Luftabsorption von der Weite des Recipienten abhänge, so nahm ich jetzt eine Glasröhre von 1 Zoll Durchmesser und 9 Zoll Länge, und richtete sie wie den vorigen Recipienten ein, (Fig. 2.) Beim Entladungsschlage entstand ein Staub von derselben Farbe wie zuvor; als aber der Hahn *o* geöffnet wurde, stieg das Wasser aus der Wasserwage bis in die Röhre hinein; so ausserordentlich viel Luft war jetzt verschluckt worden. Ich explodirte in ihr durch 5 Schläge, 35 Zoll Bleidraht, von $\frac{3}{8}$ Zoll Dicke. Nach jedem Schlage untersuche ich die Gasabsorption auf die vorige Art, und sie betrug in ihnen 1, 1,3, 0,5, 0,5, 0,3, zusammen 3,6 Zoll, oder ungefähr 2 Kubikzoll Luft, von 9, welche die Röhre fasste. Im Rückstande verlöschte ein hineingetauchtes Licht 8mahl, (in einer solchen Röhre voll Stickgas 10mahl,) so dass so ziemlich aller Sauerstoff demselben entzogen worden war. Der Staub glich völlig dem, der sich im grossen Recipienten bildete. Mit dünnern Drähten wiederhohlt, blieb das Resultat dasselbe.

Als eine noch engere, (0,4 Zoll weite,) und 8 Zoll lange Glasröhre genommen wurde, stieg nach jeder Explosion die Queckßilberwage, bei einem $\frac{1}{12}$stel Zoll dicken Drahte, um 0,3 Zoll, (der Draht war aber auch nur in zahllosen Theilchen zerstiebt, die noch alle Metallglanz hatten,) dagegen bei Drähten $\frac{1}{8}$stel, $\frac{1}{8}$stel, $\frac{1}{100}$stel Zoll dick, jedes Mahl um 3,3 Zoll, und in der rückständigen Luft verlöschte

ein

ein Licht 9mahl, (der $\frac{1}{60}$ Zoll dicke Draht zerſtiebte nur eben in Staub, der noch mit metalliſchen Bleitheilchen vermiſcht war.)

Dieſe Verſuche, die insgeſammt im Winter, als das Thermometer zwiſchen 28° bis 45° F. ſtand, angeſtellt wurden, ſchienen zu beweiſen, daſs, je kleiner der Durchmeſſer des Recipienten iſt, worin man Blei durch electriſche Schläge verkalkt, deſto mehr Luft dabei abſorbirt wird, und zwar an Sauerſtoffgas, welches ſich dabei vom Stickgas der atmoſphäriſchen Luft ſcheidet. Wie indeſs dieſe Abſorption des Sauerſtoffgas aus der atmoſphäriſchen Luft ſo gänzlich von der Weite des Recipienten abhängen könne, das war mir und allen Phyſikern, denen ich den Verſuch zeigte, ein Paradoxon, wofür wir keine Erklärung wuſsten, bis ich endlich bei Wiederhohlung der Verſuche in höhern Temperaturen *meinen Irrthum entdeckte*, den ich hier mit Fleiſs umſtändlich mitgetheilt habe.

Daſs dieſe Verſuche nur im Winter zutreffen wollten, dagegen im Sommer auch bei Exploſionen im weiten Recipienten nach der Abkühlung ſtets eine Luftverminderung zeigten, machte mich darauf aufmerkſam, daſs eine Abkühlung von 5 Minuten in kaltem Waſſer wohl nicht hinreichen möchte, die Luft des weitern Recipienten bis zur Temperatur der äuſsern Luft herab zu bringen. Ich verſah daher den Recipienten mit einem Thermometer, und nun zeigte ſich wirklich, daſs dieſes bei einer Exploſion in niedriger Temperatur um 2° ſtieg, und,

in kaltes Waſſer geſetzt, erſt nach 20 Minuten wieder um dieſe 2° zurück ſank. Folgten mehrere Exploſionen hinter einander, ſo ſtieg das Thermometer bei jeder immer weniger, aber erſt nach 7 oder 8 nicht mehr merklich. Bei einer Temperatur von 60° F. erhöhte dagegen eine einzelne Exploſion den Thermometerſtand nur um 1°, und nach 3 oder 4 Exploſionen ſtieg es nicht weiter. Bei 70° Wärme ſtieg es ſelbſt nach der erſten Exploſion faſt gar nicht. Dieſes löſte nun die ganze Paradoxie, und führt zu folgenden Schlüſſen:

Die Weite des Recipienten, worin Bleidraht explodirt wird, hat keinen Einfluſs auf die Luftverminderung, die dabei ſtatt findet; dieſe iſt bei gleicher Art, Dicke und Länge der Drähte, und bei gleich ſtarken Entladungsſchlägen in beiden gleich. Enthalten ſie atmoſphäriſche Luft, ſo verliert dieſe dabei Sauerſtoff, den das explodirte Metall abſorbirt, und ſich dadurch in ein wahres Metalloxyd verwandelt. Will man dieſes Oxyd ſammeln und unterſuchen, ſo explodirt man den Draht füglicher in einem weiten Recipienten, wo das Oxyd vollkommner wird, ſich auch mehr davon erzeugen läſst, ehe der Recipient undurchſichtig wird, welches bei engen bald der Fall iſt. *) — Blei brennt beim Entladungsſchlage mit einer gelblichen Flamme.

*) Als der durch die Exploſionen im weiteſten Recipienten entſtandne bläulich-weiſse Metallſtaub in einer kleinen Glasretorte erhitzt wurde, ging

Alle folgende Verſuche wurden in dem kleinen 1 Zoll weiten Recipienten, Fig. 2, auf die Art, und mit aller der Vorſicht, welche oben beſchrieben ſind, und die ich hier nicht wiederhohlen will, und zwar, (den letzten mit Zink ausgenommen,) gar vielmahls angeſtellt. Wie die vorigen Verſuche ausweiſen, reichte dieſer Recipient dazu völlig hin. Zugleich hatte er die Bequemlichkeit, daſs ſich die Luft darin weit eher bis zur vorigen Temperatur zurückbringen lieſs, und daſs es daher nicht ſo leicht irrige Reſultate gab. Die im weiten Recipienten angeſtellten Verſuche mit den folgenden Metallen übergehe ich.

Verſuch 2, *mit Zinn.* 16 Zoll Zinndraht, $\frac{1}{125}$ Zoll dick, wurden durch zwei Exploſionen in Staub zerſtiebt, welcher dem Bleiſtaube ſehr ähnlich, nur von reinerm Weiſs war. Es waren nach der Queckſilberprobe 3 Zoll Luft verſchluckt worden, und der Rückſtand ſchien, mit einem Lichte unterſucht, Stickgas in gleichem Grade der Reinheit als bei Blei-

auſser etwas Luft aus den Gefäſsen kein Gas über; das Oxyd nahm anfangs eine ſchwarze Bleifarbe an, und wurde zuletzt gelbgrün, und ungeachtet die Retorte roth glühte, ſchmolz doch das Pulver nur zum Theil zu Blei. — Als 24 Gran des Metallſtaubes in einem bedeckten Schmelztiegel 1 Stunde lang der Weiſsglühehitze ausgeſetzt wurden, fand er ſich zu einem vollkommen durchſichtigen röthlich-braunen Glaſe zuſammen geſchmolzen. Alles Eigenſchaften des Bleioxyds. *Cuthb.*

draht zu ſeyn. — Der Verſuch mit Draht $\frac{1}{100}$ Zoll dick wiederhohlt, gab ganz das nämliche Reſultat. — Zinn brennt bei der Exploſion mit einer lebhaft gelben Flamme.

Verſuch 3, *mit Eiſen.* 32 Zoll Eiſendraht von $\frac{1}{230}$ Zoll Durchmeſſer in 5 Schlägen explodirt, machten die Queckſilberprobe um 3 Zoll ſteigen. Der Draht zerſtiebte in einen röthlich-braunen Staub, und in der rückſtändigen Luft verlöſchte ein Licht neunmahl. Als Schläge von derſelben Stärke durchgeleitet wurden durch Eiſendrähte von $\frac{1}{100}$, $\frac{1}{130}$, $\frac{1}{170}$, $\frac{1}{150}$, $\frac{1}{240}$ Zoll Durchmeſſer, ſtieg die Queckſilberprobe um 0, 0,6, 0,6, 1, 1,3 Zoll. Der erſte Draht kam bloſs zum Rothglühen, der zweite zerſtiebte in kleine Kugeln, der dritte in ſehr kleine beſtaubte Kügelchen, der vierte in Flocken und Kügelchen, der fünfte in einen röthlich-braunen unfühlbaren Staub.

Verſuch 4, *mit Kupfer.* 32 Zoll Kupferdraht von $\frac{1}{250}$ Zoll Durchmeſſer in 5 Schlägen explodirt, machten die Queckſilberprobe um 1,1 Zoll ſteigen, und zerſtiebten in einen unfühlbaren purpurbraunen Staub. In der rückſtändigen Luft verlöſchte ein kleines Wachslicht zweimahl. — Kupfer brennt bei der Exploſion mit einer grünen Flamme.

Die folgenden Verſuche wurden mit einer andern von mir verfertigten Scheibenmaſchine, mit 2 Scheiben von 26 Zoll Durchmeſſer, und mit einer doppelten Batterie von 30 gewöhnlichen Flaſchen zu 34 Quadratfuſs Belegung angeſtellt. Das *allgemeine*

Electrometer wich von dem in den *Annalen*, III, 6, beſchriebnen blofs davon ab, daſs der Arm *CB* des Wagebalkens mit einem verſchiebbaren Gewichtchen verſehn, und nach Granen graduirt war; eine Vorrichtung, die ich jetzt allgemein ſtatt der Nadeln von gegebnem Gewichte, die in *B* eingehangen wurden, anbringe, da ſie den Vorzug verdient.

Verſuch 5, *mit feinem Silber.* 45 Zoll Silberdraht, von $\frac{1}{130}$ Zoll Durchmeſſer, in 5 Schlägen, (bei welchen das Gewichtchen auf 40 Gran geſtellt war,) explodirt, zerſtiebten in einen ſchwarzen unfühlbaren Staub; die Queckſilberprobe ſtieg um $\frac{1}{2}$ Zoll, und ein Wachslicht verlöſchte im Rückſtande neunmahl. — Silber brennt bei der Exploſion mit einer grünlichen Flamme, der des Kupfers ähnlich.

Verſuch 6, *mit Golde.* 45 Zoll Golddraht, aus Goldſand, (*grain gold*,) gezogen, $\frac{1}{125}$ Zoll im Durchmeſſer, wurde in 6 Schlägen, bei denen das Gewichtchen auf 42 Gran ſtand, explodirt, und zerſtiebte in einen unfühlbaren Staub von dunkelbrauner Purpurfarbe. Die Queckſilberprobe ſtieg um $\frac{1}{4}$ Zoll, und ein Wachslicht verlöſchte im Rückſtande neunmahl. — Als im nämlichen Recipienten 9 Zoll Golddraht $\frac{1}{130}$ Zoll dick mit einem Schlage explodirt wurden, ſtieg die Queckſilberwage um 0,2 Zoll, und die Flamme verlöſchte im Rückſtande ebenfalls viermahl.

Verſuch 7, *mit Platin.* 27 Zoll Platindraht, $\frac{1}{130}$ im Durchmeſſer, wurden in 3 Schlägen explo-

dirt, bei welchen das Gewichtchen, wegen der leichten Schmelzbarkeit des Platins durch Electricität, nur auf 22 Gran geſtellt war. Die Queckſilberprobe ſtieg um $\frac{1}{4}$ Zoll, und ein Wachslicht brannte in der rückſtändigen Luft fort. — Da dieſes durch die zu geringe Intenſität des Entladungsſchlags veranlaſst werden konnte, wurde der Verſuch wiederhohlt, indeſs das Gewichtchen auf 32 Gran ſtand. Nun ſtieg die Queckſilberprobe beinahe um 1 Zoll, ein Wachslicht verlöſchte in der rückſtändigen Luft fünfmahl, und das Metall zerſtiebte in einen unfühlbaren ſchwarzen Staub, dem des Silbers ähnlich.

Verſuch 8, *mit Zink.* 9 Zoll Zinkdraht von $\frac{1}{16}$ Zoll Durchmeſſer, (eine gröſsere Länge lieſs die Schwierigkeit, Zink in Draht zu ziehn, nicht zu,) wurden auf Einmahl explodirt. Die Queckſilberprobe ſtieg um $\frac{1}{2}$ Zoll und in der rückſtändigen Luft verlöſchte ein Wachslicht zweimahl. Das Metall zerſtiebte in einen weiſsen unfühlbaren Staub, dem des Zinns ähnlich.

Aus dieſen Verſuchen läſst ſich mit Sicherheit ſchlieſsen, daſs alle dehnbare Metalle ſich durch electriſche Schläge ſublimiren und in wahre Oxyde verwandeln laſſen, indem ſie dabei den Sauerſtoff der atmoſphäriſchen Luft abſorbiren, obſchon einige derſelben ſich ſonſt nur auf naſſem Wege, und nicht durch gewöhnliches Feuer in Oxyde verwandeln laſſen. — Merkwürdig iſt es auch, daſs das im gewöhnlichen Feuer faſt unſchmelzbare Platin

durch electrische Schläge leichter als Kupfer, Silber und Gold schmilzt, und dabei eben so gierig nach Sauerstoff, wie die andern Metalle zu seyn scheint. Doch reichen unsre Versuche noch nicht hin, dieses als Wahrheit zu behaupten.

Es ist bekannt, dass alle Metalle, die sich im Feuer verflüchtigen lassen, dabei Sauerstoff, und zwar nach Verschiedenheit der nöthigen Hitzgrade in verschiednen Verhältnissen absorbiren. Dasselbe scheint statt zu finden, wenn man sie durch electrische Schläge sublimirt; doch ist die Intensität des Schlags, den jede besondere Metallart erfordert, um dadurch sublimirt zu werden, noch erst aufzufinden. Da auch die Metalle in ihrer Leitungsfähigkeit für Electricität verschieden sind, (welches ebenfalls noch nicht gehörig untersucht ist,) so zeigt sich hier ein weites Feld zu künftigen Untersuchungen. Zwar stellte Dr. van Marum mit mir schon eine Reihe von Versuchen über die Leitungsfähigkeit der Metalle an; da ich aber damahls mein allgemeines Electrometer noch nicht erdacht hatte, so muss ich zweifeln, dass sie hinreichend genau sind.

VI.

Ueber Nebenſonnen und Ringe um Sonne und Mond,

von

H. W. Brandes

zu Eckwarden im Oldenburgiſchen.

Bei mehrern Ringen um Sonne und Mond, die ich zu beobachten Gelegenheit gehabt habe, fand ich den Abſtand von der Sonne immer ungefähr 23 Grade, mit Abweichungen, die wahrſcheinlich bloſs von der Meſſung herrühren, weil man bei ſolchen Erſcheinungen oft nicht gleich gute Inſtrumente zur Hand haben kann. Aehnliche Beobachtungen ſind ohne Zweifel ſchon mehr angeſtellt worden, ſo wie ich es ebenfalls als bekannt annehmen kann, daſs die Nebenſonnen, wenn ſie farbig ſind, die rothe Seite der Sonne zuwenden. Dieſe Erfahrungen, verbunden mit noch einigen, die ich gleich erwähnen will, haben mich auf eine Idee zur Erklärung dieſer Phänomene geführt, die zwar noch in einigen Rückſichten nicht ganz befriedigt, indem dabei unerklärt bleibt, warum die Nebenſonnen immer horizontal neben der Sonne ſtehn, oder wovon der horizontale Ring, (den ich ſelbſt zwar nie geſehen habe,) welcher ſich zuweilen dabei zeigt, herrührt, die aber doch wohl immer mit der Erklärung aus vertikal ſchwebenden Eisnadeln gleichen Rang behaup-

ten kann, da bei manchen Nebenſonnen ſich die Exiſtenz der Eisnadeln gar ſehr bezweifeln läſst.

Bei allen Ringen um Sonne und Mond und den Nebenſonnen, die Theile ſolcher Ringe ſind, habe ich die Entfernung der innern Seite zwiſchen 21 und 22 Grad, die äuſsere Seite meiſtens verwaſchner als die innere, und die Mitte des halben ringförmigen Streifens ungefähr 23 Grade vom Monde oder der Sonne entfernt gefunden. Ich erinnere mich nie Nebenſonnen geſehn zu haben, an denen die violette Farbe kenntlich war, auch über das Blau bin ich zweifelhaft, aber roth iſt öfters ſehr kenntlich. Auſser dieſem Ringe von 23 Gr. Halbmeſſer habe ich nur Einmahl einen zweiten von etwa 46 Gr. Halbmeſſer am 10. März 1799 geſehn. Es war davon bloſs gerade über der Sonne ein Bogen ſichtbar, in welchem roth und grün deutlich kenntlich waren und das Roth der Sonne am nächſten war. Von meiner damahligen ziemlich ſorgfältig angeſtellten Beobachtung finde ich aufgezeichnet, daſs die innere Seite des Ringes, oder der rothe Farbenbogen, 45 Gr., die äuſsere Seite des Bogens 48 Gr. von der Sonne abſtand: — ich weiſs nicht, ob dieſe Breite des Ringes von beinahe 3 Grad ganz richtig iſt, und fürchte faſt einen Meſſungs- oder Schreibfehler. — Doch hat das bei der Erklärung keinen ſo groſsen Einfluſs.

Dieſe Erklärung beruht auf ganz ähnlichen Gründen, wie die des Regenbogens, bloſs mit dem Unterſchiede, daſs ſtatt des Regentropfens hier ein Dunſtkügelchen das brechende Medium iſt. Die

Vorausſetzung, daſs dieſer Körper, durch welchen der Strahl gebrochen wird, kugelförmig ſey, wird man mir wohl zugeſtehen, ob ſie ſich gleich nicht beweiſen läſst, und es wird daher nur darauf ankommen, ob die aus dem Halbmeſſer des innern Ringes hergeleitete Brechungskraft an ſich nicht unwahrſcheinlich iſt; ob ſie mit der Erfahrung, daſs die rothe Seite des Farbenringes der Sonne am nächſten liegt, zuſammentrifft; und ob etwa der äuſsere Ring ſich, wie der zweite Regenbogen, durch eine doppelte Reflexion erklären läſst.

In Fig. 3, Taf. VI, iſt AB der einfallende Strahl, der nach BD ſo gebrochen wird, daſs Sin. $CBD = n$. Sin. CBI, wobei BI die Verlängerung von AB und n eine unbekannte Zahl iſt, von der ſich nachher zeigen wird, daſs ſie ein ächter Bruch ſeyn muſs, wofern ein Ring oder Bogen entſtehen ſoll. Von der Rückſeite der Dunſtkugel wird der Strahl nach DE reflectirt, und fällt bei E nach EF ſo aus, daſs Sin. $LEF = \frac{1}{n}$. Sin. LEN. Da $CBD = CDB = CDE = CED = NEL$, ſo iſt Sin. $LEF = \frac{1}{n}$. Sin. CBD = Sin. CBI,

und $LEF = CBI$.

Endlich, wenn FE nach I verlängert wird, iſt

$$PIB = 180° + 2 . CBI - 4 . CBD.$$

Dieſes gilt für alle auf die Kugel einfallende und gebrochen und reflectirt ausfallende Strahlen. Aber bekanntlich entſteht nur durch diejenigen Strahlen

ein leuchtender Kreis, welche beim Ausfallen wieder parallel werden, so wie sie alle parallel einfallen. Für solche Strahlen bleibt PIB gleich grofs, indem CBI, CBD sich ändern. Das heifst, wenn

$$PIB = \alpha,$$
$$CBI = \omega,$$
$$CBD = \varphi \text{ gesetzt wird,}$$

nur diejenigen Strahlen geben einen Ring, für welche $d\alpha = 0$ wird.

Die Verbindung der Gleichungen

$$180° - \alpha = 4\varphi - 2\omega,$$

und $$\text{Sin. } \varphi = n \,.\, \text{Sin. } \omega$$

ergiebt, dafs $\text{Sin. } \omega = \sqrt{\left(\frac{4n^2-1}{3n^2}\right)}$

werden mufs, wenn $d\alpha = 0$ seyn soll. Der Werth von n läfst sich durch das bekannte α ausgedrückt nicht bequem darstellen; man sieht aber, dafs n zwischen den Grenzen $\frac{1}{2}$ und 1 liegen mufs, wenn ω mögliche Werthe erhalten soll: in Fällen, wo $n > 1$ oder $n < \frac{1}{2}$ wäre, kann kein solcher Ring entstehen.

Einige Versuche zeigen, dafs

$$n = 0{,}994,\ \alpha = 21\tfrac{3}{4}\text{ Gr.},$$
$$n = 0{,}993,\ \alpha = 23\tfrac{1}{2}\text{ Gr.},$$
$$n = 0{,}992,\ \alpha = 25\text{ Gr.}$$

giebt, und man kann nach der ungleichen Brechbarkeit der Farbenstrahlen einen dieser Werthe für n setzen. Vielleicht ist n selbst für einerlei Farbe nicht ganz constant. Denn was auch die in den Dunstbläschen enthaltne Materie sey, so ist sie doch

ohne Zweifel ein dünnes elaſtiſches Fluidum, und es kann vielleicht von ihrer verſchiednen Dichtigkeit und Brechungsfähigkeit mit herrühren, daſs der Halbmeſſer der Ringe in meinen Beobachtungen von 22 bis 24 Gr. variirt, ſelbſt wenn die Mitte des Ringes, und nicht die innere oder äuſsere Seite beobachtet ward. Indeſs ſind jene Beobachtungen meiſtens zu wenig genau angeſtellt, um irgend etwas aus dieſen kleinern Unterſchieden ſchlieſsen zu können: faſt alle ſind jetzt über 3 Jahr alt, und ohne den Gedanken, eine erklärende Hypotheſe auf ſie bauen zu wollen, angeſtellt. Doch werde ich nachher einen Grund anführen, der mich in der Vermuthung, daſs n etwas veränderlich iſt, beſtärkt.

Dieſe Betrachtung zeigt alſo, daſs ein Ring, den beobachteten ähnlich, durch die in Dunſtbläschen gebrochnen und reflectirten Strahlen entſtehen könne, wenn das Verhältniſs der Sinus des Neigungs- und des gebrochnen Winkels ungefähr $= 1 : 0{,}993$ iſt. Gilt dieſes Verhältniſs für die mittlern Farbenſtrahlen, ſo wird es für die rothen, als weniger brechbar, etwa $1 : 0{,}994$ ſeyn, und unſre Hypotheſe trifft wenigſtens darin mit der Erfahrung zuſammen, daſs beide die rothe Seite, als der Sonne zugekehrt, angeben.

Die Frage, ob es wahrſcheinlich ſey, daſs die in den Bläschen enthaltne Materie, bei geringerer ſpecifiſcher Schwere, als die der Luft iſt, doch eine Brechung gegen das Loth zu veranlaſſe, kann ich

nicht beantworten; dafs diefer Fall nicht die erfte Ausnahme von der Regel ift, brauche ich nicht zu erwähnen. *)

Wenn fich fo der innere Ring aus einfacher Reflexion erklären läfst, fo ift die Idee natürlich, den äufsern aus zweimahliger Reflexion zu erklären. Ich bediene mich hierbei der vorigen Figur, wo AB wieder einen einfallenden Strahl vorftellt, der nach der erften Reflexion in E ankömmt, hier aber aufs neue nach G reflectirt wird, und bei G nach der Richtung GH ausfährt. Auch hier wird

$$HGM = CBI = \omega,$$

und der Winkel $QKB = \beta$, den der einfallende Strahl AB mit dem ausfallenden GH macht, folgender:

$$\beta = 180° - IKG = 2\omega - 6\Phi.$$

Da auch hier, wenn ein farbiger Kreis entftehen foll, $d\beta = 0$ feyn mufs, fo wird $\text{Sin.}\,\omega = \sqrt{\frac{9n^2 - 1}{8n^2}}$

und für $n = 0{,}992$, $\beta = 41°$,
$n = 0{,}993$, $\beta = 38\frac{1}{4}°$,
$n = 0{,}994$, $\beta = 35\frac{1}{2}°$,

fo dafs, der Erfahrung entfprechend, die rothen Strahlen an die innere Seite des Ringes kommen.

*) Da brennbare Körper das Licht ftärker brechen, als andere gleich dichte Materien, fo will ich denjenigen Phyfikern, die den Donner aus dem Verbrennen der inflammabeln Luft erklären, gern erlauben, hier eine Beftätigung ihrer Meinung

Nicht so gut stimmt die Gröfse des Winkels β mit der Erfahrung überein; denn nach meiner oben angeführten Beobachtung sollte $\beta = 45$ Gr., und selbst noch gröfser seyn. Vielleicht ist es zu grofse Vorliebe für meine Hypothese, wenn ich diese Abweichung mit dem vielleicht veränderlichen Werthe von n entschuldige, und dabei meine Messung des innern Ringes, den ich damahls von 24 Gr. Halbmesser fand, als richtig, und also n beinahe $= 0{,}992$ annehme; — doch selbst dann bleibt die Abweichung noch zu erheblich! Indefs, da es nicht fehlen kann, dafs aus schon vorhandnen oder noch anzustellenden Beobachtungen bald entschieden wird, ob ich in der Beobachtung oder in der Erklärung geirrt habe, so halte ich die Bekanntmachung dieser Bemerkungen nicht für unnütz, und ich wünsche, dafs sie bald durch recht genaue und vollständige Beobachtungen bestätigt oder widerlegt werden mögen.

zu finden. Lichtenberg glaubte, die in den Dunstbläschen enthaltne Materie könne Feuer oder electrische Materie seyn; vergl. Erxleben's *Naturlehre*, 6te Aufl., S. 374. *Br.*

VII.

BEMERKUNGEN

über ein an den Ringmauern von Berlin beobachtetes optiſches Phänomen,

ein Beitrag zur Theorie der Luftſpiegelung,

von

K. F. Wrede,

Profeſſor am Friedrich-Wilhelms-Gymnaſio zu Berlin.

Wenn auch der folgende Beitrag zur Theorie der *Luftſpiegelung* an ſich unerheblich ſeyn mag, ſo erhält er doch dadurch einigen Werth, daſs er Reſultate aus oft wiederhohlten Beobachtungen liefert, welche mit den Schlüſſen und mathematiſchen Demonſtrationen eines Gruber, Woltmann, Wollaſton und Anderer genau übereinſtimmen. So wie dieſe vortrefflichen Naturforſcher in Rückſicht ihrer Beobachtungen und der daraus gezognen Schlufsfolgen gewifs *unabhängig von einander* waren, und nur durch reine Wahrnehmung ſelbſt auf einerlei Sätze und Wahrheiten geleitet wurden: eben ſo bin ich beim Niederſchreiben des folgenden Aufſatzes von den Arbeiten aller vorhin genannten Gelehrten völlig unabhängig zu Werke gegangen, und ich habe ihre Abhandlungen über ähnliche Gegenſtände nicht eher mit der meinigen verglichen, als bis ich dieſe völlig beendigt und in

einer Verſammlung hieſiger Gelehrten *) privatim vorgeleſen hatte. Ich darf mich hierbei auf das Zeugniſs eines Mannes berufen, dem ich jetzt meine Gedanken zur öffentlichen Bekanntmachung übergeben habe. Er ſelbſt verlangte es von mir, dem Aufſatze ganz ſeine Originalität zu laſſen, und bei meinen Vergleichungen mit Gruber's, Woltmann's und Wollaſton's ähnlichen Abhandlungen nur die Stellen zu bemerken, wo ſich zwiſchen den Theorien dieſer Gelehrten und meinen Gedanken eine beſonders auffallende Uebereinſtimmung oder ſcheinbare Abweichung zeigte. **) Ich fand bei einer genauern Vergleichung, daſs ich in der Hauptſache mit ihnen völlig eins bin. Dies konnte auch füglich nicht anders ſeyn, weil jeder von uns bloſse Ideen gefliſſentlich vermieden, und ſich dagegen ſtrenge an die Natur des Gegenſtandes ſelbſt gehalten hat. Die gemeinſchaftliche Einſtimmung der Schluſsfolgen, welche von ganz verſchiednen und ſehr weit von einander entfernten Beobachtern gezogen worden ſind, wird hoffentlich jeden Leſer dieſer Zeitſchrift überzeugen können, daſs das, was in derſelben Bezug auf die Theorie der Luftſpiegelung

*) Die Mitglieder der philomatiſchen Geſellſchaft in Berlin. *W.*

**) Noch ehe Wollaſton's Aufſatz in Heft 5 gedruckt war, befand ſich dieſe vom Herrn Verfaſſer für die Annalen beſtimmte Abhandlung ſchon in meinen Händen. *d. H.*

lung hat, objectiv wahr, und mathematisch gewifs ſey, ſo dafs nun eine Lücke, welche bisher ſowohl in der Optik *) als auch in vollſtändigern Lehrbüchern der Naturwiſſenſchaft ſtatt fand, ohne Schwierigkeit ausgefüllt werden kann. Was ſich in den Annalen der Phyſik über dieſen Gegenſtand befindet, iſt zwar bis jetzt noch keine *vollſtändige* Theorie der Luftſpiegelung, indem ſie noch nicht *alle* Gegenſtände, welche hierher gehören, namentlich aufgeſtellt und mathematiſch zergliedert hat; aber ich darf mich überzeugt halten, dafs die Grundlage dazu vorhanden iſt, und es an weiter nichts fehlt, als an einem ſyſtematiſchen Zuſammenhange der Auflöſungen aller Aufgaben über Luftmeteore dieſer Art, welche nun eine vollkommen befriedigende und wahre Erklärung zulaſſen.

Die folgenden Beobachtungen, welche ich ſeit dem Junius 1801 bis in den Januar 1802 über ein Ereigniſs an den Ringmauern Berlins, welches ich *Luftſpiegelung* nenne, **) fortgeſetzt habe, werden

*) Käſtner's *Anfangsgründe der Dioptrik*, 4te Auflage, 1792, §. 114, VII. *W.*

**) Der Herr Abbé Gruber meint, in den *Annalen der Phyſik*, III, 439, man müſste dieſe Erſcheinung *Strahlenbrechung in verdünnter Luft* nennen. Indeſſen, da ſich hier ein wirkliches Spiegelbild, nämlich in umgekehrter Lage zeigt, ſo kann man mit allem Rechte den Namen *Luftſpiegelung*, (als ein Zeichen für die *Wirkung* einer gewiſſen Art von Luftſtrahlenbrechung,) beibe-

fürs erſte zu einem Beweiſe dienen, daſs Phänomene dieſer Art ſo ſelten nicht ſind, wie mancher glauben möchte; und fürs zweite werden ſie die Richtigkeit der Vorausſetzung zeigen, daſs ein erhöhter, (manchmahl auch nur ſpecifiſch verſchiedner,) Wärmegrad feſter Körper, in Vergleichung mit der Temperatur der ſie zunächſt umgebenden atmoſphäriſchen Luft, nicht nur die Urſache dieſer optiſchen Erſcheinung ſey, ſondern auch, dem Anſcheine nach ganz rauhe Flächen in den Stand ſetze, andere, von ihnen unter einem gewiſſen Geſichtswinkel abſtehende, vom allgemeinen Tageslichte erhellte Gegenſtände deutlich abzuſpiegeln.

Am 6ten Junius 1801, des Nachmittags um 6 Uhr, war der Himmel über der Gegend von Berlin ziemlich ſtark bewölkt. Jedoch befanden ſich in den ſehr langſam bewegten Wolken mehrere beträchtliche Zwiſcheuräume, wo die Sonne frei durchſcheinen, und die ihrem Lichte ausgeſetzten Körper nicht nur erhellen, ſondern auch erwärmen konnte. Dies letztere fand bei den frei ſtehenden weſtlichen Stadtmauern zwiſchen dem Potsdammer und Halliſchen Thore ſtatt, wo ſie an manchen Stellen 600, 800 und mehrere Schritte in beinahe ſchnurgerader Richtung fortlaufen. Unter dieſen Umſtänden zeigten ſich hier verſchiedne optiſche

halten, und einen Unterſchied zwiſchen dioptriſcher und katoptriſcher Spiegelung machen. Die Luftſpiegelung, wovon hier geredet wird, iſt dioptriſch. *W.*

Erſcheinungen, welche, wenigſtens im Sommer, zu jeder Tageszeit, wenn die Sonne über dem Horizonte ſteht, mit abwechſelnden Graden der Deutlichkeit geſehen werden können.

1. Wenn man ſich etwa 150 Schritte von dem Potsdammer Thore gegen Süden an eine Ecke der Stadtmauer ſtellt, und das Auge bis auf 2 bis 4 Zoll der ſenkrechten Oberfläche der Mauer nähert, ſo ſieht man ein Gartenhaus, das etwa 2000 Fuſs vorwärts liegt, doppelt, und zwar ſo deutlich, daſs man das zwar aufrecht, aber verkehrt erſcheinende Bild deſſelben auf den erſten Anblick für ein wirklich verkehrt ſtehendes, unmittelbar daran ſtoſsendes Gebäude von gleicher Form halten muſs. Dieſe Aehnlichkeit erſtreckt ſich bis auf alle einzelne Theile. Das wirkliche Haus hat z. B. auf der Oſtſeite ſeines Satteldaches einen hervorragenden Schornſtein; dieſer fällt auf der Weſtſeite des ſcheinbaren Gebäudes, bei günſtiger Witterung, ſehr deutlich, mit eben der Gröſse und Farbe ins Auge.

2. Die faſt noch einmahl ſo weit entfernte Caſerne, am ſüdweſtlichen Ende der Stadt, wird auf dem vorigen Standpunkte von einer in die Oberfläche der Mauer fallenden ſenkrechten Ebene dergeſtalt geſchnitten, daſs nur der weſtliche Theil jenes Gebäudes ſichtbar iſt. Wenn man ſich die ſcheinbare Länge dieſes Gegenſtandes genau merkt, indem man die Schornſteine oder Fenſter zählt, welche von der Mauer nicht verdeckt werden; ſo ſieht das Auge, in der vorigen Lage, den ſcheinba-

ren Durchmeſſer des Gebäudes, ſo weit es vor der Mauer ſichtbar iſt, beträchtlich verlängert, und zwar ſo, daſs nicht nur der Firſt des Daches in einer geraden Linie fortläuft, ſondern auch, nach Maaſsgabe der Stellung des Beobachters, ein oder zwei Fenſter mehr erſcheinen.

3. Alle Bäume und andere Gegenſtände, welche in der ſenkrechten Ebene des einfallenden, der Brechung ausgeſetzten Lichtſtrahls liegen, ſpiegeln ſich an der Mauer; jedoch nicht ganz, ſondern nur diejenigen Aeſte derſelben, welche mit der Oberfläche der Mauer den erforderlichen Einfallswinkel machen können, wovon weiter unten die Rede ſeyn wird.

4. Perſonen, welche vom Auge des Beobachters und von der Mauer gehörig entfernt ſind, das heiſst, ſich wenigſtens 400 bis 500 Schritte vorwärts befinden, und ſich der ſpiegelnden Ebene von 3 bis auf 1 Schritt genähert haben, erblickt man ſehr deutlich doppelt, wobei das abgeſpiegelte Bild ziemlich ſcharf begrenzt iſt, dieſelbe Ausdehnung und Farbe hat, und alle Bewegungen des wirklichen Gegenſtandes zeigt. Nähert ſich eine Perſon der Mauer, oder überhaupt der eingebildeten ſpiegelnden Ebene, welche über die Grenze der erſtern hinaus mathematiſch verlängert werden muſs, zu ſehr; ſo bekommt das abgeſpiegelte Bild am Umfange Regenbogenfarben, flieſst mit dem Gegenſtande ſelbſt zuſammen, und macht ihn ſehr breit. Jedoch iſt man zuweilen noch im Stande, das re-

flectirte Bild von der geradezu gesehenen Person wieder zu trennen, wenn das Auge dichter an die Oberfläche der Mauer gelegt wird.

5. Am obern Rande der Mauer steht ein Wetterdach von Ziegeln, etwa 4 oder 5 Zoll hervor, und bildet in der Entfernung einen dunkeln gegen den blauen Himmelsgrund sehr auffallenden Saum. Nähert man das Auge der spiegelnden Wand bis auf 4 oder 2 Zoll, so erscheint dieser dunkle Saum in einiger Entfernung vorwärts, wie völlig von der Mauer getrennt. Es entsteht ein scheinbarer Zwischenraum von mehrern Zollen, die sich manchmahl bis auf einen halben Fuss belaufen, und man erblickt in demselben entweder die scheinbar verlängerten und verdoppelten Gegenstände auf dem Erdboden, oder die Farbe der heitern atmosphärischen Luft, und wenn diese bewölkt ist, das fortlaufende Bild einer Wolke, so dass das obere Gesimse der Wand durchsichtig zu seyn scheint, wie Krystallglas, oder wie das klärste Wasser.

6. Zuweilen verschwinden bei dieser optischen Erscheinung ansehnliche Stücke des scheinbar in der Luft schwebenden Gesimses, und es bildet nun kein zusammenhängendes Ganzes mehr, sondern einzelne Bruchstücke, aus denen sich aber jenes durch eine willkührliche Bewegung des Auges, indem man es von der Mauer etwas entfernt, wie aus seinen Trümmern wieder herstellen läst.

7. Es verschwinden auf einigen Standpunkten, wo die Oberfläche der Mauer etwas wellenförmig,

oder ein- und ausgebogen ist, ganze Stücke der letztern, so dass man weiter nichts, als das obere Gesimse erblickt, und nun durch ein grosses Loch in der Wand auf der andern Seite derselben den klaren Himmel zu sehen glaubt.

8. Oft sondern sich senkrecht stehende Theile von der Mauer ab, so dass sie in einem scheinbaren Zwischenraume von einigen Zollen, bis auf einen Fuss, entweder das Bild fester Körper, oder die klare Luft erblicken lassen. Die Begrenzung dieser abgesondert scheinenden Stücke ist zwar scharf, aber, nach dem Verhältnisse der Rauhigkeit der Mauer, jederzeit mehr oder weniger ausgezackt. Dieses Phänomen zeigt sich übrigens nur, wenn das Auge der spiegelnden Ebene sehr nahe gebracht wird. Es hängt also von der Willkühr des Beobachters ab, nicht nur das Bild der Mauer auf diese optische Weise zu zerstückeln, sondern auch einen Gegenstand, z. B. den Schornstein des Gartenhauses in 1, mehr wie einfach reflectiren zu lassen. Zwei neben einander liegende reflectirte Bilder dieses letztern fallen noch sehr deutlich ins Auge.

9. Nicht nur Gegenstände von beträchtlichem Umfange, sondern auch ganz kleine, wie z. B. die ausgestreckten Finger der Hand, der Quast an einer Stockschnur u. dgl., werden bei gehöriger Entfernung und Stellung von der Mauer sehr deutlich abgespiegelt.

Alle diese Phänomene, und noch andere der Art, sind so oft nach einander, und mit so vieler Sorg-

falt beobachtet worden, dafs an der Richtigkeit dieſer Sache ſich nicht im geringſten zweifeln läſst. Ein jeder kann ſich durch den Augenſchein davon überzeugen, beſonders wenn er dazu einen recht warmen Sommertag wählt; denn je höher die Temperatur der Mauern in Vergleichung gegen den Wärmegrad der Luft iſt, deſto augenfälliger ſind alle Erſcheinungen, und deſto deutlicher die abgeſpiegelten Bilder. Man thut aber auf jeden Fall wohl, ſich zu der anzuſtellenden Beobachtung mit einem kleinen Fernrohre zu verſehen, weil dadurch die etwas entlegnen Gegenſtände und ihre reflectirten Bilder ſchärfere Umriſſe bekommen. Ich habe mich gewöhnlich eines kleinen Taſchenperſpectivs, nach Galiläiſcher Einrichtung, (eines ſo genannten Opernguckers,) aber auch zuweilen eines gemeinen Erdfernrohrs bedient. Der Weitſichtige hat die Bewaffnung des Auges zwar nicht unbedingt nöthig, denn dieſe optiſchen Erſcheinungen ſind, bei recht günſtigem Wetter, gar nicht zu verkennen; jedoch wird die Beobachtung mit dem Fernrohre in der Hand auf jeden Fall genugthuender, als ohne ſolches.

Ich habe mir gleich anfangs, als ich dieſe optiſchen Erſcheinungen kennen lernte, Mühe gegeben, die Stelle an der ſenkrechten Wand zu finden, wo das auffallende Licht zurückgeſtrahlt wurde, und den Winkel zu beſtimmen, unter welchem ſolches geſchah. Zur Auflöſung der erſtern Aufgabe liefs das achte Phänomen ſich anwenden. Steckte man

nämlich eine auffallend lange Pflanze, z. B. *Erigenon Canadenſe*, in irgend ein kleines Loch der Mauer, dergeſtalt, dafs jene daraus wagerecht hervorſtand; ſo konnte man bis dahin zurückgehen, wo der Stengel der Pflanze in dem mittelſten, ſcheinbarlich abgeſonderten und ſenkrecht in der Luft ſchwebenden Stücke der Mauer erſchien. Unter dieſen Bedingungen mufste die Pflanze den Fleck bezeichnen, wo der mittelſte Einfallspunkt der verſchiednen reflectirten Lichtſtrahlen war. Um hierüber zu einer noch gröfsern Gewifsheit zu gelangen, durfte man ſich nur, vermittelſt des Fernrohrs, unmittelbar an der zunächſt diesſeits der Pflanze liegenden ſpiegelnden Stelle, einige hervorſtehende und beſonders ausgezeichnete Steinchen in der Wand merken, dieſe nachher aufſuchen, und wenn ſie gefunden waren, dort nur einen etwas mehr hervorragenden Körper, z. B. ein Stück Baumrinde u. dgl., befeſtigen. Sobald die ſpiegelnde Stelle, an welcher man ſogar mit dem Fernrohre nicht das mindeſte von Rauhigkeit und Farbe der Mauer mehr unterſcheiden konnte, ſondern gleichſam ein äufserſt klares Spiegelglas oder ein recht helles ruhiges Waſſer erblickte, von jenem undurchſichtigen Körper unterbrochen wurde; ſo war dies ein Beweis, dafs er ihr äufserſt nahe lag, oder vielmehr ſie unmittelbar berührte, wo nicht bedeckte. Auf dieſe Weiſe wurden mehrere Beobachtungen wiederhohlt, aus denen ſich ergab, dafs die ſpiegelnde Stelle nicht weiter als 100 bis 130 Fufs vom Auge

entfernt war. Am ſicherſten lieſs dieſe Stelle der Spiegelung ſich finden, wenn man von einer Biegung oder ſtumpfen Ecke der Mauer ſo weit zurückging, bis der reflectirte Strahl ins Auge fiel und die ſpiegelnde Stelle gerade auf der Ecke der Mauer lag. Dies ſtimmte mit dem vorigen Reſultate ganz überein, wenn die Entfernung des Auges von der Mauer jedes Mahl ſo groſs war, wie ſie, bei der Erzählung des erſten Phänomens, angegeben worden iſt. Nahm man, bei warmen und heiterm Wetter, (denn an trüben und kalten Tagen war es nicht der Fall,) den Abſtand des Auges von der Mauer gröſser; ſo lieſs die Spiegelung ſich, theils mit bloſsem Auge, am beſten aber vermittelſt des Fernrohrs, in einer weit gröſsern Entfernung wahrnehmen.

Die nächſte Unterſuchung, welche nun anzuſtellen war, betraf das Gröſste und Kleinſte des wagerechten Abſtandes des Auges von der Wand, und das Verhältniſs der beiden optiſchen Winkel zu einander, welche der einfallende und gebrochne Lichtſtrahl mit der ſpiegelnden Ebene machten. Bei einer polirten Oberfläche muſs zwar der Lichtſtrahl unter eben dem Winkel wieder zurückſtrahlen, unter welchem er einfällt; bei einer alten grau gefärbten und überall rauhen Mauer konnte aber vielleicht eine Ausnahme ſtatt finden. Da zu vermuthen war, daſs dieſe Winkel zu klein ſind, um ſich durch ein gewöhnliches Meſswerkzeug beſtim-

men zu laſſen, ſo muſste ich dabei Rechnungen zu Hülfe nehmen.

In der ſpiegelnden Ebene *ab*, Taf. VI, Fig. 4, war *c* der Einfallspunkt des gebrochnen Lichtſtrahls *dco*. Die gröſsere Kathete *cb* des rechtwinkligen optiſchen Dreiecks *ocb* ſtellt die Entfernung der ſpiegelnden Stelle vom Standpunkte des Beobachters vor, und die kleinere Kathete *ob* denke man ſich verhältniſsmäſsig nur ſo lang, daſs ſie den mittlern Abſtand des Auges von der Mauer nicht übertrifft. In dieſem bei *b* rechtwinkligen Dreiecke ſind die beiden Seiten *cb* und *ob* bekannt. Setzt man daher $cb = m$, $ob = n$ und den ganzen Sinus $= r$, ſo iſt tang. $bco = \frac{nr}{m}$, und log. tang. $bco =$ log. $n +$ log. $r -$ log. m. Es iſt aber, der erſten Beobachtung zufolge, $n = 2$ Zoll, folglich log. $n = 0{,}30103000$; und, nach einer andern, weiterhin vorkommenden Beobachtung, $m = \frac{1000 + 1300}{2} = 1150$ Zoll: alſo log. $m = 3{,}0606978$. Da nun log. $r = 10{,}0000000$, ſo erhält man $10{,}30103000 - 3{,}0606978 = 7{,}2403322 =$ log. tang. *bco*, wozu ein Winkel von etwas mehr als 5′ 50″, oder, in einer runden Zahl, ein Winkel von 6′ gehört. *) Die Entfernung des Gartenhauſes, welche

*) Herr Woltmann fand durch mathematiſche Berechnung die gröſste dioptriſche Hebung eines

hier die Linie *ac* vorſtellen mag, von der ſpiegelnden Stelle *c* betrug ungefähr 1700 Fuſs; und der Abſtand ſeines Schornſteins *) von der in Gedanken verlängerten Ebene *bc*, alſo die Linie *da*, nicht viel mehr als 3 Fuſs. Dies gab in dem rechtwinkligen Dreiecke *dac* das Längenverhältniſs der beiden Katheten = 1700 : 3, woraus, nach der vorigen Formel, log. tang. *acd* = 10,0000000 + 0,4771212 — 3,2304489 = 7,2466743 gefunden wurde. Dieſer letztere Logarithme gehört, nach den gewöhnlichen trigonometriſchen Tafeln, der Tangente eines Winkels von 6′ und einigen wenigen Sekunden.

Ungeachtet hiernach die beiden Winkel *bco* und *acd* nicht vollkommen gleich ſind, ſo iſt doch ihr Unterſchied von 10 Sekunden ſo geringe, daſs man, da die Umgebungen des Standortes nicht die ſchärfſte Meſſung der Abſtände, welche hierbei in Anſchlag kommen, verſtatteten, bis auf Weiteres allerdings annehmen darf, daſs die Zurückſtrahlung bei dieſem Phänomene ſich nach dem bekannten photometriſchen Geſetze richte, wornach das Licht von

Hauſes auf Hochſand an der Elbe = 6′ 11″ über ſeiner Horizontalebene, welches mit dem hier angegebnen Rechnungsreſultate ziemlich übereinſtimmt. *Annalen der Phyſik*, III, 405; desgleichen XI, 62. *W.*

*) Bis an dieſen ſpiegelte ſich das Haus ab, wenn das Auge der Wand bis auf 2 Zoll genähert wurde. *W.*

ſpiegelnden Flächen unter eben dem Winkel zurückſtrahlt, unter welchem es auffällt.

Das Minimum der Zurückſtrahlung ging bis auf 1 Zoll Entfernung des Auges von der Wand; folglich betrug der optiſche Winkel für dieſen Fall höchſtens 4′. *) Dagegen belief ſich das Maximum der Sichtbarkeit einer Zurückſtrahlung bis auf 2 Fuſs Abſtand des Auges von der Mauer, für welchen Fall log. tang. *bco* = 10,3010300 — 2,0606978 = 8,2403322, und die Gröſse des Winkels *bco* 59′ 45″ gefunden wird.

Man hat bei der Beobachtung ähnlicher Erſcheinungen, die mehr ins Groſse gehen, den Winkel der Zurückſtrahlung jederzeit nur *ſehr klein* gefunden, und es mögen vielleicht alle Winkel, unter welchen man dieſe Phänomene der *Luftſpiegelung* anſichtig werden kann, zwiſchen die beiden Grenzen von 4′ und 1° fallen, es ſey denn, daſs die Temperatur der Luft im Freien, nicht nur über einer ſandigen Ebene, ſondern auch über der Oberfläche des Meeres, weit gröſser werden könne, wie

*) Herr Gruber fand bei ſeinen Beobachtungen und Verſuchen den Abprallungswinkel nach einer beiläufigen Schätzung 3 Minuten, *Annalen*, III, 381. Herr Woltmann fand in dem von ihm erwähnten Falle die Winkel 4′ 1″ und 3′ 30″ als das Maximum und Minimum der Zurückſtrahlung, *Annalen*, III, 405. Wollaſton fand ſie 3′, *Annalen*, XI, 37. Hier iſt noch immer Einſtimmung genug. *W.*

hier an den Mauern; denn so viel ist gewiss, dass ein grösserer Winkel der Zurückstrahlung eine höhere Temperatur erfordert. *)

*) Herr Gruber hat hierüber sehr schätzbare Versuche mit erhitzten Eisenstangen angestellt, wo sich die Winkel der Zurückstrahlung mit aller Schärfe bestimmen liessen. Sie finden sich *Annalen*, III, 384, und man sieht daraus, dass die Zurückstrahlung unter einem desto grösseren Winkel statt fand, je grösser der Wärmegrad war, welchen die erhitzte Eisenstange der sie zunächst umgebenden reflectirenden Luftschicht mittheilte. Hiermit stimmen auch Wollaston's Versuche, *Annalen*, XI, 19 f., überein. Er fand die Strahlenablenkung an einer roth glühenden Eisenstange 1° 15', also noch grösser, als die Vermuthung hier war; folglich übersteigt diese nicht die Grenzen der Wirklichkeit. Man dürfte zwar den Einwurf machen, dass der von Wollaston künstlich hervorgebrachte Wärmegrad nirgend auf der Erdfläche, wo sich Luftspiegelung zeigt, angetroffen werden könne; aber bei Erscheinungen dieser Art im Grossen können Umstände vorkommen, welche eine Strahlenablenkung unter einem Winkel von 1° leichter möglich machen, als es bei Versuchen im Kleinen der Fall ist. Ueberdies hatte die Luft, welche Wollaston's roth glühende Eisenstange umgab, gewiss nicht denselben Grad der Temperatur, wie diese letztere, sondern einen niedrigern; und wer weiss, wie viel geringer die Eisenstange hätte erhitzt seyn dürfen, wenn die Strahlenablenkung nur 1° betragen sollte. Nach Herrn Gruber's

Es leidet nun wohl keinen Zweifel, dafs die erſte Bedingung der Möglichkeit einer Luftſpiegelung folgende iſt: Die Gegend muſs eben, und ſo weit ausgebreitet ſeyn, dafs der Lichtſtrahl entfernter beleuchteter Gegenſtände auf irgend einen Fleck der Erdfläche unter einem ſehr kleinen Winkel, (von etwa 4 Minuten u. ſ. w.,) auffallen, und indem er gebrochen wird, unter einem ziemlich eben ſo groſsen Winkel wieder zurücklaufen kann. Soll der ſo reflectirte Lichtſtrahl in das Auge eines Zuſchauers kommen, ſo muſs dieſes weder zu wenig noch zu viel über den Horizont erhöht, oder von der Zurückſtrahlungsebene entfernt ſeyn. Stünde der Zuſchauer bei einer Luftſpiegelung in einer Vertiefung, oder auf einem Hügel, ſo würde das Phänomen bloſs deshalb nicht von ihm wahrgenommen werden. Hieraus folgt, dafs eine Landſchaft

Verſuchen und der darnach entworfenen Tabelle der Strahlenablenkung bei verſchiednen Graden der Temperatur findet hierbei nicht ein leicht in die Augen fallendes Verhältniſs ſtatt, wiewohl der ſubtilere Calcul eins heraus zu bringen im Stande ſeyn möchte. Seinen Verſuchen zufolge gab eine bis auf 52° Reaumur erwärmte Eiſenſtange ſchon einen Ablenkungswinkel von 23′; und doch war dieſe Wärme von der Temperatur des roth glühenden Eiſens noch ſehr weit entfernt. Daher dürfte wohl derjenige Wärmegrad, welcher einen Ablenkungswinkel von 1° giebt, der Temperatur von 52° R. näher liegen, als der Temperatur des roth glühenden Eiſens. *W.*

oder ein Theil der Erdoberfläche so viel als möglich eben, und zugleich von grofsem Umfange seyn mufs, wenn die Luftspiegelung daselbst gesehen werden soll. Dieses bestätigt auch die Beobachtung des französischen Ingenieurs Gorsse in der Crau, *) der die Entfernung der spiegelnden Stelle auf 4927 Fufs schätzt, (welches bei einer Erhöhung des Auges über der Ebene von $5\frac{1}{2}$ Fufs, einen Ablenkungswinkel der Strahlen von 3′ 5o″, d. i., von derselben Gröfse, als in meiner ersten Beobachtung, giebt.) Ihm zeigte sich die Spiegelung zuerst an derjenigen Seite, wo die Ebene am weitesten ausgedehnt war. Auch hier an der Stadtmauer in Berlin zeigt sich die Luftspiegelung nirgends so deutlich, als da, wo die senkrechte Fläche der Mauer die gröfste Ebene hat. Dies macht es nun sehr begreiflich, warum sich Phänomene dieser Art nicht da zeigen, wo die Erdfläche sich zwar wagerecht, aber nur auf eine unbedeutende Strecke ausbreitet.

Die Ausdehnung einer rauhen Fläche in eine weite Ebene ist indefs allein zur Hervorbringung der Luftspiegelung nicht hinreichend. Denn nicht diese Fläche ist es, sondern die atmosphärische Luft, welche die Reflexion des Lichtstrahls zunächst bewirkt. Die Zurückstrahlung hängt unmittelbar von einem besondern Zustande des die Fläche umgebenden

*) *Annales de Chimie*, t. 30, p. 211. Sie hatte ich vor Augen, als ich diesen Aufsatz schrieb. Ein Auszug aus Gorsse's Beobachtung steht in den *Annalen*, XI, 28. *W.*

gasförmigen Mittels ab, und die scheinbarlich spiegelnde Fläche ist blos eine mitwirkende oder entferntere Ursache, wodurch die Luft in denjenigen Zustand versetzt wird, in welchem sie geschickt ist, das Bild eines beleuchteten Gegenstandes zu reflectiren.

Ich habe die Luftspiegelung unter so verschiednen Umständen beobachtet, dass ich über dieses, als die wahre Ursach derselben, in keiner Ungewissheit bin. *) Manchmahl war es ganz heitere wolkenfreie Luft, und es liess sich kaum der leiseste Hauch einer Luftspiegelung verspüren. Bald zeigte sich dicht an der Mauer eine, mit blosem Auge sichtbare zitternde Bewegung, welche derjenigen Erscheinung ähnlich war, die man an dem Mundloche eines geheizten Backofens oder über einem Kohlenbecken zu sehen pflegt; die abgespiegelten Bilder flatterten unter diesen Umständen zwar auch ein wenig hin und her, waren aber doch so deutlich, dass nicht nur der Umriss, z. B. vorübergehender Personen, sehr scharf, sondern auch ihre Farben, besonders helle, ganz unverfälscht ins Auge fielen. Zu einer andern Zeit schien zwar die Sonne durch eine ziemlich unbewölkte Atmosphäre, aber es wehete ein unsanfter Nordwestwind, der sogar

*) Wem die Beobachtungen eines Büsch, Gruber, Woltmann, Wollaston u. s. f. bekannt sind, der kann vollends daran auf keine Art zweifeln. *W.*

ſogar mit Heftigkeit gegen die Mauer ſtieſs; deſſen ungeachtet fand die Spiegelung ſtatt, und die Deutlichkeit der Bilder, ſo wie die Gröſse des Zurückſtrahlungswinkels, war von dem vorhergehenden Falle nur in dem Maaſse verſchieden, in welchem der Wärmegrad ungleich ausfiel. Ein anderes Mahl, (z. B. am 11ten Junius, des Morgens um 7 Uhr,) war eine ſehr kühle Luft, der Himmel trübe, und es wehte ein ſehr ſtarker Nordweſtwind, nachdem es in der Nacht etwas geregnet hatte. Der Wärmegrad in der Atmoſphäre war ſehr vermindert; auch die dem kalten Nordweſtwinde unmittelbar ausgeſetzte Mauer war beträchtlich abgekühlt, aber doch wärmer, als die benachbarte Luft, und die Spiegelung war ſichtbar, wiewohl ſehr merklich vermindert. Und ſo kam es in allen Fällen auf die Höhe der Temperatur an, wonach der Grad der Zurückſtrahlung und Luftſpiegelung an der reflectirenden Wand ſich richtete.

Die Ebene der Mauer dient alſo zu weiter nichts, als daſs ſie eine wärmere Luftſchicht bildet, welche in einer geraden Richtung fortläuft, und eine unveränderte Stelle behält; oder vielmehr, ſie dient dazu, daſs ſie den Abgang der wärmern Lufttheile immer wieder erſetzt, weil dieſe letztern beſtändig in die Höhe ſteigen, woraus ſich die zitternde Bewegung erklärt. An der Erdfläche, beſonders da, wo bald Organiſation, bald Desorganiſation ſtatt findet, mag der Wärmegrad zuweilen durch einen eignen Wechſel der Miſchungsverhältniſſe befördert

werden können, so dafs die Luftspiegelung auch dann gesehen wird, wenn die Sonne eben nicht sehr warm scheint. Wenigstens habe ich an den hiesigen reflectirenden Mauern die Beobachtung gemacht, dafs sie, während des Sommers, nicht immer von dem Sonnenscheine desselben Tages erwärmt zu seyn brauchen; denn sie zeigten die Luftspiegelung zuweilen schon mit dem Anbruche des Tages, wenn sie noch ganz im Schatten der Stadt lagen, und die Westseite derselben keine andere Beleuchtung hatte, als die allgemeine Helligkeit des Morgens. Es war in diesen Fällen nur nöthig, dafs sie von ihrer Erwärmung am vorhergehenden Tage noch einen Ueberschufs über die Temperatur der Luft in den Frühstunden behalten hatten. Natürlich mufs man dies auf die Rechnung der eigenthümlichen Wärmefähigkeit verschiedner Körper schreiben, wenn es den Gesetzen der Vertheilung des Wärmestoffs gemäfs seyn soll.

Hier haben wir folglich das zweite Erforderniss zur Darstellung der Luftspiegelung: ein erhöheter Wärmegrad der die scheinbar spiegelnde Fläche zunächst umgebenden Luft. Diese Luft ist das eigentliche Mittel, wodurch der Lichtstrahl nicht nur gebrochen, sondern auch zurückgestrahlt wird, und die gerade fortlaufende Wand oder Erdfläche ist hierbei nur mitwirkende Ursache. Dafs eine schroffe Fläche, voll Rauhigkeiten und Unebenheiten, wie ein Spiegel wirken könne, wenn der Lichtstrahl unmittelbar von ihr selbst gebrochen und reflectirt wird,

ist auch an sich nicht denkbar. Tausend Hindernisse würden es nicht zulassen, dass er unter einem *gleichen* Winkel, besonders bei einem *so kleinen* Einfallswinkel von einigen Minuten, zurückstrahlte; das kleinste Steinchen, welches dem Einfallspunkte nahe genug liegt, müsste machen, dass der Lichtstrahl unter einem Winkel von 30, 40 und mehrern Graden von der Mauer zurückliefe. Auch ist es auf keine Weise denkbar, dass das Bild der Mauer an einigen Stellen, welche so klar wie der reinste Aether erscheinen, so ganz und gar unsichtbar werden könnte, wenn der spiegelnde Lichtstrahl die Fläche der Mauer *berühren* sollte. Es ist vielmehr durchaus nothwendig, dass der Lichtstrahl bei diesem und allen ähnlichen Phänomenen schon gebrochen und reflectirt werde, ehe er die Oberfläche der Wand, (und im Grossen die Oberfläche der Erde oder des Meeres,) erreicht. Ueberall muss die solchen scheinbar reflectirenden Flächen zunächst liegende Luftschicht in einen Zustand versetzt worden seyn, wo sie nicht nur der Strahlenbrechung, sondern auch der Zurückstrahlung fähig ist.

Die Erfahrung lehrt, dass der Lichtstrahl beim schrägen Uebergange aus einem dünnern in ein dichteres Mittel jederzeit von seiner Richtung dergestalt abgelenkt wird, dass er sich von dem Einfallslothe mehr entfernt, als in dem dichtern Mittel, oder dass der Brechungssinus grösser wird, als der Einfallssinus. Es giebt sogar einige Fälle, wo die Strah-

lenbrechung in *Zurückſtrahlung* verwandelt wird. Als Beiſpiel dient das gläſerne Prisma von drei gleich breiten Seitenflächen. Wenn das Licht aus gemeinem Glaſe in die Luft übergeht, ſo verhält ſich der Einfallsſinus zum Brechungsſinus wie 1,000 zu 1,543; das heiſst, der Brechungsſinus iſt $\frac{1000}{1543}$ des Einfallsſinus, und dieſer letztere $\frac{1000}{1543}$ des erſtern. Nun gehört $\frac{1000}{1543}$ als Sinus zu einem Winkel von 40° 23′ und einigen Sekunden. Bei einem Einfallswinkel von dieſer Gröſse wird alſo ſchon der Brechungswinkel ein rechter, und bei einem gröſsern unmöglich; und die Brechung des Lichtſtrahls verwandelt ſich in Reflexion. Man nehme ein Prisma, deſſen Durchſchnitt das Dreieck *adh*, Fig. 5, giebt, in welchem der Winkel *ahd* = 40° 23′ iſt; ſo wird ein ſenkrecht einfallender Lichtſtrahl *mc*, der eben darum bis *c* ungebrochen in derſelben Richtung fortläuft, auf *ah* unter einem Winkel *mcd* = 40° 23′ einfallen, und derſelbe beim Uebergange in die Luft von *c* nach *a* gehen. Iſt *dab* der gerade Durchſchnitt eines gläſernen Prisma von drei gleichen Seitenflächen, die unter Winkeln von 60° an einander liegen, und der Lichtſtrahl *ec* fällt ſenkrecht auf die Fläche *bd* ein, ſo daſs er ungebrochen in das Glas eingeht; ſo fällt er auf der Fläche *ab* unter einem Winkel *ecd* = 60° ein, und nun wird er nach *cf* im Glaſe zurückgeworfen, ſo daſs *dcf* = *dce* und *cf* ſenkrecht auf *ad* wird.

Wendet man dieſes Geſetz des ſtrahlenden Lichtes auf den Fall an, wenn es aus dichtern Luftſchich-

ten, oder, welches einerlei Erfolg hat, aus kältern in wärmere übergeht, *) so läfst sich nach der Analogie einsehen, dafs auch hier bei gewiffen Einfallswinkeln *Zurückftrahlung* ftatt finden müffe, und dafs diefe letztere bei an einander gränzenden Luftfchichten von verfchiedner Temperatur, den obigen Beobachtungen gemäfs, dann erft anfange, wenn der Einfallsfinus fich dem ganzen Sinus bis auf einen Grad, und zuweilen fchon bis auf einige wenige Minuten genähert hat.

Um fich von der Wahrheit diefer Sache völlig zu überzeugen, bleibt hier nichts weiter übrig, als die Frage zu beantworten: ob die Zurückftrahlung, wovon die Luftfpiegelung bewerkftelligt wird, wirklich ein Erfolg von verfchieden erwärmten, fich unmittelbar berührenden Luftfchichten fey. Nichts leidet wohl weniger Zweifel als diefes; denn man kann fich, mit dem Thermometer in der Hand, davon einleuchtend überzeugen. Ich wandte in diefer Hinficht zuerft ein Lufttbermometer an, weil ich noch nicht gewifs war, ob der Unterfchied der Temperatur in der Luftmaffe nahe an der Mauer, und in einiger Entfernung von derfelben, fo grofs feyn würde, dafs er fich vermittelft eines gewöhnlichen Queckfilber-Thermometers wahrnehmen liefse.

*) Wollafton's Erfahrungen und Lehrfätze, *Annalen d. Phyf.*, XI, 8, beftätigen dies durchaus. *d. H.*

Am 28ſten Auguſt 1801, Nachmittags zwiſchen 5 und 6 Uhr, bei einem etwas ſteifen und ungleichförmigen Nordweſtwinde, wurden über die zu- und abnehmenden Wärmegrade der Luft längs der Mauer Beobachtungen angeſtellt, und es zeigte ſich, daſs die Erhöhung der Temperatur ſchon in einer Entfernung von mehrern Fuſsen anfing. Das Luftthermometer war mit roth gefärbtem verdünnten Weingeiſte gefüllt, welcher, von der untern Krümmung der Röhre gerechnet, 6 pariſer Duodecimalzoll hoch in der Glasröhre ſtand, wenn man wenigſtens 8 Fuſs von der Mauer entfernt war, und das Inſtrument im Schatten dem Winde ausſetzte. Unmittelbar an der Mauer, wenn die Luftkugel ſolche im Schatten *) und Winde berührte, ſtieg die Flüſſigkeit $1\frac{1}{4}$ Zoll höher. Lieſs man in dieſer Stellung die Sonne auf die Kugel ſcheinen, ſo ſtieg ſie noch $2\frac{1}{2}$ Zoll höher. Der ganze Unterſchied gegen den Stand der Weingeiſtſäule im Freien, wo die allgemeine Temperatur der Gegend herrſchte, betrug alſo 4 Zoll. Entfernte man das Inſtrument im Schatten 1 Zoll von der Mauer, ſo ſank die Flüſſigkeit

*) Ich wählte zwar immer ſolche Stellen der Mauer, welche der Einwirkung des Sonnenlichts ganz ungehindert ausgeſetzt waren, weil die Wand ſonſt nicht hätte gehörig erwärmt ſeyn können; aber indem ihr Wärmegrad unterſucht wurde, ſtellte ich mich jederzeit in die Sonne, um *bloſs* die erwärmte Mauer auf das Luftthermometer wirken zu laſſen. *W.*

etwa $\frac{1}{4}$ Zoll herab, wenn sie vorher $7\frac{1}{2}$ Zoll hoch gestanden hatte. Bei 5 Zoll Entfernung im Schatten nahm der Ueberschuſs bis auf $\frac{1}{2}$, und höchstens bis auf $\frac{1}{3}$ Zoll über der Höhe der Flüſsigkeit in freier Luft ab. Je mehr man sich von der Mauer entfernte, desto mehr fiel die Weingeistsäule, jedoch ohne ganz ruhig zu stehn; denn die abwechselnden Windstöſse verursachten ein beständiges kleines Schwanken der Flüſsigkeit, so daſs sie sich bei manchem Windstoſse um eine halbe oder ganze Linie mehr verkürzte, bei einem andern aber um eben so viel verlängerte. Bei 6 Fuſs Abstand von der Mauer sank die Flüſsigkeit noch nicht wieder zu der vorigen Tiefe von 6 Zollen, sondern erst, nachdem das Luftthermometer 8 Fuſs davon entfernt war. Dieſses alles wurde mehrmahls wiederhohlt, und die Beobachtungen wurden immer mit derjenigen Vorsicht angestellt, daſs die hieraus gezognen Resultate keinem gegründeten Zweifel unterworfen seyn können.

Es verdient hier noch ein Umstand angeführt zu werden, welcher vielleicht zur nähern Einsicht in die Ursachen der Luftspiegelung überhaupt nicht unwichtig ist. Ich habe zu wiederhohlten Mahlen bei neuen und noch ganz weiſsen Mauern, die übrigens weit genug in gerader Richtung fortliefen, Beobachtungen angestellt, ob sich nicht auch hier eben dieſelbe optische Erscheinung, wie bei jenen erwärmten, grau gefärbten Wänden zeigte; allein es war, selbst bei der günstigsten Witterung, fast jederzeit eine nur höchst undeutliche Spur davon vorhanden.

Und gleichwohl läſst die Luftſpiegelung ſich zuweilen an den Wänden oder Böſchungen neu gegrabner trockener Kanäle ſehen, wenn die Richtung dieſer letztern auf eine beträchtliche Weite gerade aus läuft. Der Grund hiervon läſst ſich leicht einſehen. An neuen weiſs gefärbten Mauern ſtrahlt ein jeder erleuchteter Punkt ſehr ſtark zurück, und verhindert dadurch, daſs ein von der Luft reflectirtes Bild im Sehorgane deutlich genug wahrgenommen werden kann. Dagegen wird das ſtrahlende Licht, welches unmittelbar die Fläche einer ſchwarzgrauen Mauer oder die Böſchung eines breiten Grabens berührt, gröſstentheils unwirkſam gemacht, und es kommen diejenigen Strahlen, welche ſonſt davon zurückprallen müſsten, der Spiegelung gar nicht in den Weg. Uebrigens muſs dies auch dazu beitragen, daſs der Wärmegrad einer grauen Wand bei gleicher Temperatur der Luft gröſser ausfällt, als er an neuen Mauern iſt. Man erinnere ſich nur an die bekannten Verſuche mit ſchwarzem und weiſsem Tuche, wenn es der Einwirkung des Sonnenlichtes unter gleichen Umſtänden ausgeſetzt iſt. Daſs der Wärmegrad bei grauen und weiſsen Mauern ſich eben ſo verhalte, dies lehrt der Augenſchein, ſogar ohne Verſuche mit dem Thermometer; denn das Zittern oder Auflodern, (*deſtuatio*,) der Luft an der grauen Mauer iſt zu einerlei Tageszeit und bei gleicher Temperatur im Freien immer gröſser, als an der neuen Mauer. Wiederum ein Beweis, daſs dieſe ganze optiſche Erſcheinung ſich in der an

der alten grau gefärbten Mauer, wo mehr ſtrahlendes Licht unthätig gemacht, (abſorbirt,) und durch Wechſelgeſellung der Grundſtoffe mehr Wärme frei gemacht wird, erhöhten Temperatur, und eben dadurch verdünnten Luft gründe.

Dies iſt nun auch ohne Zweifel die allgemeine Urſach aller Luftſpiegelung. Wenigſtens muſs immer ein erhöhter Wärmegrad vorhanden ſeyn, wenn dieſe letztere ſtatt finden ſoll, und ohne dieſen halte ich ſie, nach allen *meinen* Erfahrungen ſowohl, als nach den glaubwürdigen Beobachtungen *Anderer*, für geradezu unmöglich.*) Ob eine wirkliche Ver-

*) Nicht nur Herr Gilbert, der Herausgeber dieſer Annalen, ſondern auch Herr Gruber ahndete ſchon den Einfluſs der Waſſerdämpfe auf dieſes Phänomen. *Annalen*, III, 389. Der letztere Gelehrte äuſserte ſogar ſchon die Vermuthung, daſs die Luftſpiegelung auſser der Verſchiedenheit der Temperatur in zwei an einander gränzenden Luftſchichten, auch wohl von dickerer oder dünnerer Luft, desgleichen von Dünſten und Electricität abhängig ſeyn könne. *Annalen*, III, 395. Was den Einfluſs der Verdampfung und Verdünſtung betrifft, ſo hat Wollaſton ihn durch ſeine Verſuche, *Annalen*, XI, 54 f., auſser Zweifel geſetzt. Dieſem nach giebt es zwar verſchiedne nähere Urſachen der Luftſpiegelung; allein ſo viel jetzt darüber aus Erfahrung bekannt iſt, ſpielt doch die Wärme hierbei noch immer die Hauptrolle. Wenigſtens iſt das Verdampfen des Waſſers und Weingeiſtes immer von der expanſibeln

dünnung der Luftmasse dabei vorhanden sey, das bleibt noch eine Aufgabe, welche durch äuserst empfindliche Werkzeuge, z. B. durch die besten Manometer, entschieden werden muss. Vorausgesetzt indess, dass Wärmestoff und strahlendes Licht keine Affinität zu einander haben, sondern durchaus repulsiv gegen einander wirken: *) so lässt

Flüssigkeit abhängig, welche mit andern, für sich nicht expansibeln Körpern verbunden seyn muss, wenn diese nicht tropfbar oder fest erscheinen sollen. *W.*

*) Dies scheint zwar der *Grenschen* Vorstellung vom strahlenden Lichte, welche sich verschiedne deutsche Physiker zu eigen gemacht haben, (ob sie gleich wenig genügend ist, wenn man mit gehöriger Umsicht alles *durchdenkt*,) gerades Weges entgegen zu laufen. Das wird aber niemanden befremden, wenn auch wirklich das Licht aus Wärmestoff und einer eignen Grundlage, (Brennstoff genannt,) *zusammengesetzt* wäre, nachdem wir in der Chemie die Erfahrung gemacht haben, dass die Affinität der Mischungen oder Körperverbindungen anders ist, als die Affinität der Grundstoffe, woraus sie bestehen. Wenn Wärmestoff und die vorgebliche Basis des Lichts sich wirklich anzögen, so lange sie beide im freien oder chemisch-reinen Zustande wären, so würden doch diese Affinitätsverhältnisse ganz anders werden müssen, sobald die vorgebliche Lichtgrundlage mit Wärmestoff *gesättigt* wäre. Jetzt würde der freie Wärmestoff vom strahlenden Lichte durchaus nicht mehr aufgenommen werden,

ſich die Luftſpiegelung bloſs aus den gegenſeitigen Zurückſtoſskräften beider in erwärmter Luft eben ſo befriedigend, und, wie mir däucht, einzig richtig erklären, als der groſse Newton dies in Rückſicht auf die bekannte Krümmung des Lichtſtrahls bei ebenen Spiegeln *) gethan hat, ohne daſs wir einer *Verdünnung* der Luft bedürfen, um dieſe Erſcheinung zu erklären. Ich folge hier ganz ſeinen Vorſtellungen, welche mir ſo wahr und einleuchtend zu ſeyn ſcheinen, daſs ich mich nicht erwehren kann, ihnen vor allen andern neuern Erklärungsverſuchen den Vorzug einzuräumen.

Die Mauer und jede Ebene, welche ſich in einer höhern Temperatur befindet, muſs hiernach für das ſtrahlende Licht einen zurückſtoſsenden Wirkungskreis haben, welchen man ſich in Fig. 1 unter dem Parallelogramm *afho* denke. In dieſen dringt das Licht, vermöge ſeiner eigenthümlichen Expanſivkraft, ein; und geſchieht das in einer ſchrä-

ſondern beide Körper würden ſich zurückſtoſsen müſſen. Dieſem nach wird die hier gegebne Erklärung der Urſach von der Luftſpiegelung auf keinen Fall beeinträchtigt. *W.*

*) Es iſt eine bekannte Sache, daſs der Lichtſtrahl, wenn er von ebenen Spiegeln reflectirt wird, keinen ſcharfen Winkel, ſondern eine Art von krummer Linie bildet, deren erhabne Seite dem Spiegel zugekehrt iſt. Newton erklärte dies aus der Repulſivkraft des Lichts und Wärmeſtoffs. Man ſehe deſſen *Opt.*, L. II, P. 3, Prop. 9. *W.*

gen Richtung, z. B. nach dg, so wird es von seiner geradelinigen Bahn gc so abgelenkt, dafs es eine Curve gtm in dem zurückstofsenden Wirkungskreise beschreiben, und zuletzt in einer zu dieser Curve gehörigen Tangente mo seinen Weg weiter fortsetzen, das heifst, zurückstrahlen mufs. Denn von den beiden Seitenkräften nach den Richtungen de und eg, in welche sich die Kraft zerlegen läfst, mit welcher der Strahl dc in den gegen ab immer wärmern, folglich auch immer stärker zurückstofsenden Wirkungskreis $afhb$ eindringt, wird erstere nicht geschwächt, der letztern aber wirkt die Repulsivkraft des Wärmestoffs gerade entgegen, und sie wird durch diese immer mehr geschwächt, je näher der Strahl g der Ebene ab kömmt, oder je tiefer er sich in den Wirkungskreis der Wärme eintaucht. Deshalb mufs das Lichttheilchen, das seine Richtung beständig fort ändert, einen Bogen wie gt beschreiben, und von t ab, wo die Bewegung nach der Richtung eg sich in eine nach entgegengesetzter Richtung verwandelt, einen Bogen tm, dem Bogen gt ähnlich, durchlaufen, bis er bei m, wo er aus dem repulsiven Wirkungskreise $afhb$ heraustritt, in der Richtung der Tangente dieser Curve gtm wieder geradelinig fortläuft, so dafs der Winkel der Zurückstrahlung $omh = fgd$ wird. Bei gröfsern Wärmegraden, wo die Repulsivkraft nach der Richtung ge verhältnifsmäfsig gröfser wird, mufs eben deshalb der Bogen tm stärker gekrümmt, und der Zurück-

ſtrahlungswinkel *omh* gröſser werden. Unter gewiſſen Umſtänden könnte auch der Einfallswinkel von dem Zurückſtrahlungswinkel um etwas Weniges verſchieden ausfallen. *)

Hat es mit dieſen Schlüſſen ſeine Richtigkeit, ſo muſs die Luftſpiegelung nirgends ſtatt finden, wo in der Atmoſphäre eine gleichförmige Temperatur herrſcht, und wo es keine Luftſchichten giebt, die durch Sonnenſchein, oder durch ſpecifiſch wärmere Körper einen erhöhten Wärmegrad angenommen haben. **) Es war deshalb zu vermuthen, daſs die Luftſpiegelung an den hieſigen Mauern im Winter, bei beträchtlicher Kälte, wo nicht ganz wegfallen, doch *beinahe* bis auf 0 vermindert ſeyn müſste. Ich benutzte die Kälte, welche während des Decembers 1801 und im Januar 1802 einfiel, um hierüber Beobachtungen anzuſtellen.

Am 18ten December, des Morgens um 9 Uhr, als die Gegend der Luftſpiegelung noch im Schatten lag, forſchte ich mit einem Fernrohre nach, ob ſich eine Zurückſtrahlung zeige. Ich fand an der Stelle, wo man im Sommer die ſtärkſte Luftſpiegelung ſah, faſt gar nichts davon. Das Geſimſe der Mauer blieb ganz ungetrennt, und an dem jetzt mit

*) Dieſe Vermuthung findet ſich durch Gruber's, Woltmann's und Wollaſton's Beobachtungen vollkommen beſtätigt. *Annalen*, III, 386 etc. *W.*

**) Ich beziehe mich hier auf die obige Anmerkung, S. 447. *W.*

Schnee bedeckten Gartenhause, (1,) zeigte sich keine andere optische Erscheinung, als dass an der Ostseite das untere Ende der Dachleiste, in der Länge von einigen Zollen, etwas breiter wie der übrige, von zwei parallel laufenden Kanten begrenzte Theil, zu werden, und in der Luftebene längs der Mauer gleichsam aus einander zu fliessen schien. Dies konnte zwar allerdings die *Anlage* zu einer Luftspiegelung genannt werden, aber der Ansatz dazu war doch fast unmerklich. Ganz unten an der Erde erschien zwar eine kleine Stelle der Mauer, etwa 2 Fuss hoch, wo die abgesonderten Stücke, (8,) sich sehen liessen, aber nur, wenn man das Auge mit dem Fernrohre so dicht wie möglich an die Mauer legte. Der Schnee schien an diesen Stellen, deren nur wenige waren, etwas feucht und zum Theil eingeschmolzen zu seyn. Vielleicht war dies letztere ein Erfolg davon, dass die Mauer hier gegen den rauhen Nordwestwind einiger Massen im Schutze kleiner Häuser und der Umzäunungen mehrerer Gärten stand; ingleichen, dass ein verdeckter Graben dort längs der Mauer fortläuft, welcher das Gossenwasser*) abführt, und sie, nebst der zunächst angrenzenden Luftschicht, ein wenig erwärmen, folglich zur Spiegelung geschickt machen konnte. An den andern Stellen der Mauer fiel jedes katoptri-

*) Dieses ist manchmahl, wenn es von der Porzellänfabrik kömmt, noch ganz warm in den Rinnsteinen, indem es dort hinfliesst. *W.*

ſche Phänomen gänzlich weg, was man dort ſonſt mit leichter Mühe gewahr wird. Es ſtellte ſich z. B. eine Perſon, in einem blauen Rocke, ſehr nahe an die Wand. Die Entfernung derſelben vom Auge des Beobachters war wenigſtens 300 bis 400 Schritt, und eben darum für die Luftſpiegelung nicht zu klein; aber dieſe zeigte ſich nicht im mindeſten. Um den Wärmegrad der Mauer und ihrer nächſten Luftſchicht genauer zu unterſuchen, bediente ich mich jetzt eines empfindlichen chemiſchen Thermometers, (von Renard,) mit Fahrenheitiſcher Scale. Nachdem es der freien Luft eine Zeit lang ausgeſetzt worden war, um ihre Temperatur anzunehmen, ſtand es auf 23°, alſo 9 Grade unter dem Froſtpunkte. Ich hielt es hierauf einige Zeit an einen glatten, kahlen und unbemooſeten Ziegelſtein in der Mauer, indem ich mich ſorgfältig hütete, es weder anzuathmen, noch durch die Hand oder Kleidungsſtücke zu erwärmen. Es blieb unverändert auf 23° ſtehen. Ein offenbarer Beweis, daſs die Mauer jetzt eben ſo kalt war, wie die Luft umher.

Eine andere Beobachtung wurde am 23ſten December, des Nachmittags von 3 bis 4 Uhr, angeſtellt. Es war um dieſe Zeit ſehr ſchöner Sonnenſchein. Gegen Weſten ſtanden in der Atmoſphäre einige klein zerſtückelte, durch ſteife Umriſſe begrenzte, und dem Anſcheine nach unbewegte Wolken, unter einem höher liegenden, leichten und rauchfar-

bigen Anfluge von Nebeln. Der Wind schien südlich zu seyn. Er war unten an der Erde hinter der Mauer ganz still, und diese letztere wurde von der Sonne sehr hell beschienen. Das vorerwähnte Thermometer stand in freier Luft, etwa 6 bis 8 Fuss von der Mauer, auf 25° F. Der Mauer genähert und unmittelbar an einen Ziegelstein gehalten, stieg es in 40 bis 50 *Sekunden* um 2° höher, und in 1 Minute 30 Sekunden bis auf $3\frac{1}{2}$° über die Temperatur der Luft im Freien, das ist, bis zu $28\frac{1}{2}$°. Hier blieb es stehn. Die Luftspiegelung aber war, bei diesem Unterschiede der Temperatur, fast eben so stark, wie im Sommer. Man sah die abgerissnen Stücke der Mauer, (8,) das getrennte Gesimse, (5,) u. s. w. Eine Person dicht an der Mauer erschien doppelt. Die Sonne ging eben unter, und man konnte von der Ecke, (1,) das Gartenhaus mit bloßem Auge nicht mehr scharf begrenzt sehen; aber mit Hülfe des Fernrohrs zeigte es sich, wenigstens bei 4 Zollen Abstand des Auges von der Mauer, völlig doppelt. Sogar das Spiegelbild des Schornsteins war noch deutlich im Fernrohre zu erkennen. Hier zeigte sichs nun, bei Beobachtungen an verschiednen Stellen, ganz unläugbar, dass die erhöhte Temperatur der an der Mauer zunächst liegenden Luftschicht die einzige wahre Ursach dieses Phänomens sey.

Durch eine dritte, am 6ten Januar des Morgens um 8 Uhr 50 Minuten angestellte Beobachtung wurde dieses alles noch immer mehr bestätigt.

Die

Die Luft war sehr heiter, und hatte im Freien einen Wärmegrad von 21° F., und die Mauer, die noch im Morgenschatten der Stadt lag, hatte völlig dieselbe Temperatur. Dabei zeigte sich nirgends auch nur eine Spur von Spiegelung, indefs das Gartenhaus völlig klar und scharf begrenzt da stand.

Wenn einerlei Wirkungen in der Natur auch einerlei Ursachen zukommen, so darf man aus allem diesem schliefsen, dafs jeder ähnlichen Luftspiegelung, sie möge *Mirage*, *Seegesicht*, *haarige Luft*, *Fata Morgana*, oder sonst wie heifsen, nichts anderes, als *verschieden erwärmte* Luftschichten zum Grunde liegen. Aus der gehörigen Zergliederung aller hier in einer senkrechten Luftschicht vorkommenden Phänomene läfst sich jede Erscheinung dieser Art in einer wagerechten Luftschicht ganz leicht und ohne Zwang erklären; und es findet kein Unterschied zwischen den hiesigen und anderweitigen Luftspiegelungen statt, als dafs die strahlenbrechende und reflectirende Luftschicht hier mit einer *senkrechten*, dort aber mit einer *wagerechten* Ebene parallel liegt. Das Uebrige beruht auf einerlei Gesetzen des Lichtstrahls.

Die Frage, warum bei einer solchen wagerechten Luftspiegelung die Gegenstände auf dem Kopfe oder umgekehrt stehend erblickt werden, wird hiernach durch dieselben Gründe beantwortet, durch welche die umgekehrten Spiegelbilder bei der senkrechten Luftspiegelung erklärt werden müssen, und diese stimmen am Ende mit den allgemein bekann-

ten bei den Spiegelbildern überein. *) Wenn von zwei über einander liegenden erleuchteten Punkten

*) Wollaston hat, durch seine mit verschiednen Flüssigkeiten in einem Glase angestellten Versuche, das dioptrische Gesetz entdeckt, dass Lichtstrahlen, welche mit der Lage zweier Schichten von ungleicher Dichtigkeit parallel laufen, und da einfallen, wo die Schichten in einander übergehn, und wo die gröfste Uebergangsdichtigkeit, (die *Schicht des gröfsten Increments*, wie er es nennt,) statt findet, dergestalt gebrochen werden, dass sie oberhalb der gröfsten Uebergangsdichtigkeit, (in seinem Falle gegen das dünnere Mittel zu,) *divergiren*, und unterhalb der gröfsten Uebergangsdichtigkeit, (welches in seinem Falle die Seite nach dem dichtern Mittel war,) *convergiren*. *Annalen*, XI, 4 f., wo die beigefügte dritte Figur auf der ersten Kupfertafel dieses *merkwürdige* dioptrische Gesetz sehr anschaulich macht. S. 11 und 13 ist eine Anwendung von ihm auf einen solchen Fall gemacht, wo die Luftspiegelung die Bilder eines körperlichen Gegenstandes nicht nur vervielfacht, sondern auch abwechselnd einmahl in umgekehrter, und das andere Mahl wieder in der rechten Stellung zeigen muss. Hiernach lassen dergleichen Erscheinungen, wie sie mehrere glaubwürdige Beobachter gesehen haben, so wie die berüchtigte Fata Morgana bei Reggio, sich sehr befriedigend erklären. Herr Gilbert, der Herausgeber dieser *Annalen*, hat uns, XI, 65, versprochen, die Gründe der hier zuletzt erwähnten optischen Erscheinung nach den Wollastonschen dioptrischen Gesetzen darzulegen. *W.*

m und *v* in der Linie *am*, Fig. 6, ein Paar parallele Lichtſtrahlen *mc* und *vb* auf die ſpiegelnde Ebene *ah* fallen, ſo liegt der Einfallspunkt *c* des erſtern dem Auge in *o* näher, als der Einfallspunkt *b* des letztern. Da ſie nun nach der Zurückſtrahlung ebenfalls parallel neben einander fortlaufen, ſo muſs der von *v* herkommende und bei *b* reflectirte Strahl *oberhalb* des von *c* her ins Auge fallenden liegen, und der vermittelſt *bo* abgeſpiegelte oder *untere* Theil des Gegenſtandes *mv* in die Höhe gerichtet, dagegen der durch *co* abgeſpiegelte oder *obere*, nach unten gekehrt erſcheinen. *) Hieraus iſt es leicht zu begreifen, daſs bei der Luftſpiegelung, ſie falle in einer ſenkrechten oder wagerechten Ebene vor, die

*) Es muſs hier bemerkt werden, daſs in der zu dieſem Aufſatze gehörigen dritten und vierten Figur die gebrochnen Linien wie Curven gedacht werden müſſen, und daſs ihnen die hier befindliche Geſtalt bloſs deswegen gegeben worden iſt, um die Analogie zwiſchen dioptriſchen und katoptriſchen Spiegelungen deſto leichter zu finden. Oben habe ich ausdrücklich verlangt und erwieſen, daſs die reflectirten Lichtſtrahlen bei dieſen optiſchen Erſcheinungen als wahre Curven angeſehen werden müſſen. Geſchieht dies hier, ſo läſst ſich dieſe Demonſtration eben ſo gut auf die Gruberſche, *Annalen*, III, 390, Fig. 2, als umgekehrt die Gruberſche auf die meinige reduciren. Eben dieſe Bemerkung gilt auch von der zu gegenwärtigem Aufſatze gehörigen 7ten Figur.

W.

reflectirten Bilder im Auge umgekehrt erſcheinen müſſen.

Was die Täuſchung betrifft, als ſchwebten die entfernten Gegenſtände zuweilen in der Luft, ſo beruht die wahre Urſach derſelben, ſo wie von dem oben 5, 6, 7 und 8 angeführten Phänomene bei der Luftſpiegelung in ſenkrechter Ebene, darauf, daſs ſich zwiſchen den entfernten Gegenſtand und das Auge das Luftbild eines abgeſpiegelten Theils des Himmelsgrundes legt, und eine Stelle der erwärmenden Fläche ſo ſtark überſtrahlt, daſs dieſe kein Bild im Auge hervorbringen kann. Man nehme an, daſs in *bc* ein Gegenſtand, oder deſſen zurückgeſtrahltes Bild geſehen werde, und daſs von dem Himmelsgrunde vermittelſt der Strahlenmaſſe *ierd* ſich ein Bild *de* auf der ſpiegelnden Ebene *ah* befinde, daſs aber auch noch ein Stück *ef* oder *fg*, diesſeits des Bildes *de*, von der nicht reflectirenden Fläche geſehen werde; ſo wird, in Vergleichung gegen die ſenkrechte Linie *tg*, der Gegenſtand *bc* um die Länge der Linie *tg* von der Fläche *fh* abzuſtehen, um den Winkel *cod* von dem Luftbilde *de* gegen *t* gerückt, und das zwiſchen *e* und *h* ſichtbare Stück der Fläche *ah* durch den Schenkel *eo* des Geſichtswinkels *eof* abgeſchnitten oder begrenzt zu ſeyn ſcheinen. Daher muſs es dem Zuſchauer in *o* vorkommen, als ſähe er die Fläche *ah* unterbrochen, als läge das Stück *bc* mit ihr nicht in einerlei Ebene, und als befände ſich zwiſchen *bc*, *fg*, an der Stelle *de* wirkliche Luft

oder Himmel. Dafs die Abſpiegelung des Himmelsgrundes dieſe Täuſchung wirklich veranlaſst, davon kann man ſich im Kleinen, bei der Luftſpiegelung in einer ſenkrechten Ebene, vollkommen überzeugen. Denn es darf in den Raum *rdei*, welchen die den Himmelsgrund abſpiegelnden Lichtſtrahlen *ie*, *rd* einnehmen, nur ein undurchſichtiger Körper treten, wodurch ſie z. B. in *s* unterbrochen werden, ſo verſchwindet das Luftbild *de* in demſelben Augenblicke, und man ſieht den Zuſammenhang der ſichtbaren Maſſe *ah* ſogleich wieder hergeſtellt. Wäre *ah* eine ſenkrechte Mauer, ſo müſste man den Theil *bc* als von ihr getrennt, und ſeitwärts hervorgerückt; wäre es aber eine weit ausgebreitete horizontale Fläche, ſo müſste man eben das Stück als über ſie erhoben erblicken.

Mit der ſcheinbaren Erhebung der entfernten Gegenſtände über die Horizontalfläche, oder mit der Erſcheinung eines Sees zwiſchen ihnen und dem Auge, hat es völlig dieſelbe Bewandtniſs. Man nenne *fg* den Vordergrund, *de* den Mittelgrund und *bc* den Hintergrund der ſichtbaren Fläche, und denke ſich die Ebene, worin die in der Figur gezeichneten Linien liegen, als lothrecht ſtehend, ſo muſs, wenn ſich in *de* ein Theil des Himmelsgrundes abſpiegelt, der Mittelgrund der Fläche entweder durch eine klare waſſer- oder kryſtallähnliche Flüſſigkeit verdeckt, oder auch, wenn die Entfernung bis zum Hintergrunde beträchtlich weit iſt, (in welchem Falle wir uns leichter durch Trug-

ſchlüſſe täuſchen können,) wie über die Fläche *ah* erhoben, und da man, nach der Linie *tg* gemeſſen, unterhalb des Bildes von *bc* noch den Himmel in *de* erblickt, wie in der Luft zu ſchweben ſcheinen. Das ganze Phänomen iſt alſo lediglich ein optiſcher Betrug, durch ein über der Ebene *ah* im Mittelgrunde abgeſpiegeltes Luftbild veranlaſst; keinesweges aber eine optiſche *Erhebung* des Hintergrundes durch eine Art von Strahlenbrechung, deren Grund man doch nie befriedigend anzugeben vermag; am allerwenigſten aber der Erfolg von vielem Waſſerſtoffgas, welches bei dieſer Erſcheinung in der Atmoſphäre in die Höhe ſteigen ſoll. *) Wer dies letztere behauptet, glaubt ſich dazu vielleicht durch die Verſicherung mancher Seeleute berechtigt, daſs nach dieſen Meteoren immer Wind und Regen erfolge. Indeſſen mag der Glaube hieran wohl eben ſo oft betrogen werden, wie die Meinung, daſs Nebenſonnen, Nebelbogen und andere dergleichen emphatiſche Meteore, wenn ſie im Winter erſcheinen, beſtändig Schnee und unfreundliche Witterung nach ſich ziehen. **) Auch diejenigen Naturkündiger haben gewiſs Unrecht, welche ſich die Luftſpiegelung, beſonders die umgekehrte Lage der Bilder, ſo vorſtellen, wie die Strahlen-

*) Herrn Hube's *vollſtändiger und faſslicher Unterricht in der Naturlehre*, B. II, Brief 30. *W.*

**) *Neue Schriften der Berliner Geſellſchaft naturforſchender Freunde*, B. III, XXVIII. *W.*

brechung im Doppelſpathe. Herr Andrew Ellicott *) ſah am 13ten Oct. 1787, Nachmittags um 3 Uhr, am Erie-See in Nordamerika eine Luftſpiegelung, wobei eine entfernte Halbinſel über den Horizont merklich erhaben ſchien. Er ſah die letztere oft doppelt, mit einer Erſcheinung, wie Waſſer dazwiſchen, und beide Bilder ſonderten ſich, wie es ihm vorkam, bald von einander ab, bald fielen ſie wieder zuſammen. Dies führte ihn auf den Gedanken, die dortige Luftſpiegelung mit den Erſcheinungen des ſogenannten Doppelſpaths zu vergleichen. Indeſſen findet hier kaum die entfernteſte Aehnlichkeit ſtatt, da die Bilder im Doppelſpathe weder verkehrt gegen einander liegen, noch ſich bewegen, noch auch von dem verſchiednen Wärmegrade, welchen der Kalkſtein an verſchiednen Stellen hat, verurſacht werden können.

Was dem wechſelnden Aneinanderhängen und Abſondern der Bilder bei der Luftſpiegelung zum Grunde liegt, das läſst ſich ſehr leicht, beſonders aus dem oben erzählten 4ten Phänomene, begreifen, ſo bald man dieſes richtig erklärt hat. Man nehme, der leichtern Ueberſicht wegen, in Figur 7 den Abſtand des Auges in *o* vom Einfallspunkte *c* eben ſo groſs, wie die Entfernung des abgeſpiegelten Gegenſtandes in *g*, ſo muſs die Wahrheit folgender Schlüſſe alsbald einleuchten: 1. Wenn ſich bei der

*) *Transact. of the Americ. ſoc.*, Vol. III, 1793, 4., Art. 8, (*Annalen der Phyſik*, III, 305.) *W.*

Luftſpiegelung auch eine kleine Ungleichheit zwiſchen beiden Winkeln *gca* und *ocb* zeigen ſollte, ſo kann dieſe doch nur äuſserſt klein ausfallen, und in der Regel muſs immer der eine genau ſo groſs ſeyn, als der andere. Hieraus folgt nun, 2. daſs das Spiegelbild nicht an derſelben Stelle *c* bleibt, wenn der ſtrahlende Punkt *g* ſich der ſpiegelnden Ebene mehr, z. B. bis *m*, nähert, ſondern daſs es nach *r* fortrückt. Daſs der Einfallspunkt von *c* nach *r* verlegt werden muſs, iſt darum nothwendig, weil die optiſchen Dreiecke *amr* und *bor* ähnlich ſeyn müſſen, da der Winkel *mra* = *orb* iſt. *)

*) Setzt man $ar = x$, $br = y$, als zwei unbekannte, und $ab = s$, $ma = t$, $ob = v$, als bekannte Gröſsen, ſo iſt $t : x = v : y$, und $y = s - x$; folglich $vx = st - tx$, wodurch $x = \frac{ts}{v+t}$ und $y = s - \frac{ts}{v+t} = \frac{vs}{v+t}$ gefunden wird. Man erhält alſo den Winkel $mra = orb$, wenn $ar = \frac{ts}{v+t}$, oder $br = \frac{vs}{v+t}$ genommen wird, und nach dieſen Formeln läſst ſich die Stelle, wo der Einfallspunkt des reflectirten Lichtſtrahls liegen muſs, und folglich die wahre Entfernung des Spiegelbildes, welches eine umgekehrte Lage hat, immer genau berechnen, wenn dem Beobachter nur die Entfernung *s*, die Höhe des Gegenſtandes über der ſpiegelnden Ebene *t*, und der Abſtand ſeines Auges von dieſer letztern, *v*, bekannt iſt. Mit dieſen drei Gröſsen iſt er im Stande, den Einfallspunkt genauer zu fin-

3. Dadurch nimmt der Gesichtswinkel *goc*, welches der scheinbare Abstand des nach der Linie *og* gesehenen Gegenstandes und des nach der Linie *c* wahrgenommenen Spiegelbildes ist, auf beiden Seiten ab; denn es wird *mor* = *goc* — *gom* — *roc*. Eben deshalb fallen die beiden Spectra, wenn man die Schenkel *mo*, *ro* gehörig verlängert, und sich den im Auge liegenden Vertikalwinkel von *mor* denkt, auf der Netzhaut zusammen. Daher scheinen dann die aufser das Auge gesetzten Bilder auch an einander zu kleben. — 4. Bringt man, (der oben erzählten 4ten Beobachtung zufolge,) das Auge der spiegelnden Ebene *ab* wiederum näher, und stellt es in *f*, so dafs *fb* = *ma* wird, so mufs das Spiegelbild wieder nach *c* hinfallen, damit *acm* = *bcf* seyn könne. Hieraus erklärt sich, wie die beiden Spectra im Auge, durch die Annäherung dieses letztern an die spiegelnde Ebene, wieder von einander abgesondert werden; denn durch diese Veränderung der Lage des Auges wird 5. der Gesichtswinkel wiederum gröfser, unter welchem der Gegenstand *m* und sein Spiegelbild gesehen werden. Es

den, als es durch irgend ein Mefswerkzeug je geschehen kann. Diese Formeln dienen also zur Prüfung aller *beiläufigen* Messungen und Schätzungen in dergleichen Fällen; es sey denn, dafs sie mit so vieler Genauigkeit, wie von den Herren Gruber und Woltmann, (*Annalen*, III, a. a. O.,) angestellt worden sind. *W.*

Luftſpiegelung auch eine kleine Ungleichheit zwiſchen beiden Winkeln *gca* und *ocb* zeigen ſollte, ſo kann dieſe doch nur äuſserſt klein ausfallen, und in der Regel muſs immer der eine genau ſo groſs ſeyn, als der andere. Hieraus folgt nun, 2. daſs das Spiegelbild nicht an derſelben Stelle *c* bleibt, wenn der ſtrahlende Punkt *g* ſich der ſpiegelnden Ebene mehr, z. B. bis *m*, nähert, ſondern daſs es nach *r* fortrückt. Daſs der Einfallspunkt von *c* nach *r* verlegt werden muſs, iſt darum nothwendig, weil die optiſchen Dreiecke *amr* und *bor* ähnlich ſeyn müſſen, da der Winkel *mra* = *orb* iſt. *)

*) Setzt man $ar = x$, $br = y$, als zwei unbekannte, und $ab = s$, $ma = t$, $ob = v$, als bekannte Gröſsen, ſo iſt $t : x = v : y$, und $y = s - x$; folglich $vx = st - tx$, wodurch $x = \frac{ts}{v+t}$ und $y = s - \frac{ts}{v+t} = \frac{vs}{v+t}$ gefunden wird. Man erhält alſo den Winkel $mra = orb$, wenn $ar = \frac{ts}{v+t}$, oder $br = \frac{vs}{v+t}$ genommen wird, und nach dieſen Formeln läſst ſich die Stelle, wo der Einfallspunkt des reflectirten Lichtſtrahls liegen muſs, und folglich die wahre Entfernung des Spiegelbildes, welches eine umgekehrte Lage hat, immer genau berechnen, wenn dem Beobachter nur die Entfernung *s*, die Höhe des Gegenſtandes über der ſpiegelnden Ebene *t*, und der Abſtand ſeines Auges von dieſer letztern, *v*, bekannt iſt. Mit dieſen drei Gröſsen iſt er im Stande, den Einfallspunkt genauer zu fin-

3. Dadurch nimmt der Gesichtswinkel *goc*, welches der scheinbare Abstand des nach der Linie *og* gesehenen Gegenstandes und des nach der Linie *c* wahrgenommenen Spiegelbildes ist, auf beiden Seiten ab; denn es wird *mor* = *goc* — *gom* — *roc*. Eben deshalb fallen die beiden Spectra, wenn man die Schenkel *mo*, *ro* gehörig verlängert, und sich den im Auge liegenden Vertikalwinkel von *mor* denkt, auf der Netzhaut zusammen. Daher scheinen dann die aufser das Auge gesetzten Bilder auch an einander zu kleben. — 4. Bringt man, (der oben erzählten 4ten Beobachtung zufolge,) das Auge der spiegelnden Ebene *ab* wiederum näher, und stellt es in *f*, so dafs *fb* = *ma* wird, so mufs das Spiegelbild wieder nach *c* hinfallen, damit *acm* = *bcf* seyn könne. Hieraus erklärt sich, wie die beiden Spectra im Auge, durch die Annäherung dieses letztern an die spiegelnde Ebene, wieder von einander abgesondert werden; denn durch diese Veränderung der Lage des Auges wird 5. der Gesichtswinkel wiederum gröfser, unter welchem der Gegenstand *m* und sein Spiegelbild gesehen werden. Es

den, als es durch irgend ein Mefswerkzeug je geschehen kann. Diese Formeln dienen also zur Prüfung aller *beiläufigen* Messungen und Schätzungen in dergleichen Fällen; es sey denn, dafs sie mit so vieler Genauigkeit, wie von den Herren Gruber und Woltmann, (*Annalen*, III, a. a. O.,) angestellt worden sind. *W.*

ist nämlich die Linie $mc > mr$, und mo nur um etwas sehr weniges länger als mf, so dafs man $mo = mf$ setzen darf, da dann in den Dreiecken mor und mfc der Winkel $mfc > mor$ seyn mufs. — Man sieht hieraus deutlich, wie *die bloſse Ab- und Zunahme des Gesichtswinkels*, unter welchem ein Gegenstand und sein durch die Luftspiegelung reflectirtes Bild gesehen werden, die Ursach von dem Zusammenfallen und Ablösen dieser letztern ist.

Diese Ab- und Zunahme des Gesichtswinkels wechselt nun bei der Luftspiegelung, besonders an heitern und recht warmen Tagen, fast ununterbrochen; denn die scheinbaren Abstände der beiden Bilder sind keine constanten Gröfsen, sondern verändern sich, und die Bilder *flattern* gegenseitig, selbst dann, wenn der abgespiegelte Gegenstand sowohl als das Auge ganz unverrückt in ihrer anfänglichen Lage bleiben. Die Sache ist leicht einzusehen, sobald man bedenkt, dafs der Gesichtswinkel, unter welchem die scheinbaren Abstände des Gegenstandes und seines reflectirten Bildes erscheinen, auf dreierlei Art verkleinert und vergröfsert werden kann: *erstlich*, indem der Gegenstand; fürs *zweite*, indem das Auge seinen Abstand von der spiegelnden Ebene; und fürs *dritte*, indem diese letztere selbst ihre Lage ändert. Hier findet der dritte Fall statt: der Spiegel selbst hat keine ruhige Lage, wie man aus dem Zittern der klaren Luftmasse ganz augenscheinlich sieht. Wäre die spiegelnde Luft-

maſſe ruhig, wie wenn ſie ſich in einem gröſsen gläſernen Parallelepipedo eingeſchloſſen befände, ſo würde ſie einen feſt liegenden Spiegel geben, und unter dieſer Bedingung fällt das Flattern der Bilder, wie die Erfahrung lehrt, gänzlich weg; denn ſobald man an der Erde oder an den Mauern nicht die Erſcheinung antrifft, welche man in der Luft dicht vor dem Mundloche eines geheitzten Backofens oder eines Beckens voll glühender Kohlen gewahr wird, ſind auch die optiſchen Bilder bei der Luftſpiegelung ganz ruhig, und ihre ſcheinbaren Abſtände bleibend. Wo ſich nun das wechſelnde Zuſammenfallen und Ablöſen der optiſchen Bilder zeigt, da iſt die ſpiegelnde Luftmaſſe im *Wellenwerfen*, oder in wellenförmiger, ab- und zuſtrömender Bewegung begriffen, und ihre reflectirten Bilder werden gerade ſo von einer Stelle zur andern geſchaukelt, wie das Bild des Mondes, oder eines irdiſchen, dem Niveau ſehr nahe liegenden Gegenſtandes, auf den Waſſerwellen eines Teiches. Wie dieſe, ſo bilden auch die Wellen in der ſpiegelnden Flüſſigkeit der Luft verſchiedne Facen, nach deren Lage ſich die für jeden beſondern Beobachter reflectirende Stelle richten muſs. Geſetzt, die eigentlich zurückſtrahlende Luftſchicht bildete, in der Gegend des Einfallspunktes *c*, eine ſolche Welle, daſs diejenige von ihren beiden Flächen, welche die Neigung *cf* hat, nach dem Geſetze der Zurückſtrahlung, den Einfallspunkt aufnehmen müſste; ſo würde das eben ſo viel ſeyn, als hätte ſich *o* der

Ebene ab genähert und den Ort f eingenommen. Wenn aber dieſes geſchieht, ſo muſs $ga:fb=ac:cb$, das heiſst, $ac>cb$ ſeyn, und folglich der Einfallspunkt c ſich der Stelle b mehr nähern. Dadurch aber wird der Winkel gca, nach mathematiſchen Gründen, kleiner, und eben deswegen muſs der in g erblickte Gegenſtand ſeinem abgeſpiegelten Bilde näher zu liegen, oder es wohl gar zu berühren ſcheinen. Hört die Lage cf, welche die eigentlich ſpiegelnde Ebene der Luftwelle hatte, auf, ſo muſs auch nothwendig die ſcheinbare Berührung der beiden Bilder wegfallen, und mit der Wiederherſtellung des vorigen Geſichtswinkels auch ihr voriger ſcheinbarer Abſtand wieder eintreten. Dies iſt bei der Luftſpiegelung, ſie mag über einer horizontalen Ebene, oder an einer ſenkrecht ſtehenden Fläche vorgehen, ganz Ein und Daſſelbe.

Ich halte es für überflüſſig, die mathematiſche Zergliederung dieſer optiſchen Phänomene hier noch weiter zu verfolgen, nachdem ich hoffen darf, hier gezeigt zu haben, wie das anſcheinend Schwierige in der Erklärung derſelben ſich aus dem Wege räumen laſſe, wenn man einestheils den Gegenſtand ſelbſt genau genug beobachtet, und dann auf der andern Seite die Geſetze der Strahlenbrechung dabei zu Rathe zieht. Daſs der Grund aller Luftſpiegelung dieſer Art in eine örtlich erhöhte Temperatur zu ſetzen ſey, darin kann man durchaus keiner andern Meinung ſeyn, ohne die wirklichen Thatſachen in der Erfahrung, und die Wahrheit ſelbſt, zu weit aus

den Augen zu verlieren; und je genauer man diese optischen Phänomene einzeln beobachtet, desto mehr werden die hier aufgestellten Sätze, als Beitrag zu einer jeden vollständigern und ausführlichern Theorie dieser Art Meteore, die wir, nach so vielen sorgfältigen Erfahrungen von Gelehrten selbst, nun bald zu Stande bringen können, ihre Bestätigung erhalten.

Ich kann nicht unterlassen, hier noch einer Beobachtung des Hrn. de Lüc in den neuen Schriften der Gesellschaft naturforschender Freunde zu Berlin, im 3ten Bande, S. 168 f., zu gedenken, deren Resultat ist, dass die scheinbare Erhöhung entfernter Gegenstände über dem Horizonte von einem Luftbilde herrühre, welches sich zwischen sie und das Auge des Zuschauers in die Mitte legt; ein Beweis, dass der Verfasser dieses Aufsatzes in seinem Falle sehr richtig beobachtete. Nur darin darf man ihm wohl nicht so geradezu Recht geben, dass die Ursach der Sichtbarkeit dieses Luftbildes in dem dort erzählten Falle nichts *anderes*, als Dünste oder Nebel in der untersten Region der Atmosphäre gewesen sind, wodurch die niedrig vom Horizonte herkommenden Lichtstrahlen reflectirt wurden, obgleich der Einfluss der Dünste nicht geläugnet werden darf. Die Luftspiegelung findet wenigstens wohl eher und öfter bei ganz heiterm Himmel, als bei trübem Wetter statt. Vielleicht hat Herr de Lüc hierbei die Vorstellung gehabt, als wenn die unten an der Erde befindlichen *Nebel* oder *gröbern*

Dünste den Lichtstrahl so zurückwerfen, wie es von der Oberfläche des Wassers zu geschehen pflegt, indem man die reflectirten Bilder derjenigen Gegenstände sieht, welche sich vermittelst des Wassers spiegeln. Wenn dies ist, so würde er Unrecht haben; denn auf diese Art können Dünste allenfalls Farbenspiele verursachen, indem sie das Licht brechen und es in seine ungleichfarbigen Strahlen auflösen, aber keine eigentliche Luftspiegelung hervorbringen. Erscheinungen jener Art sieht man nicht nur oben in der Höhe, wenn in der Wolkenregion leichte, durchscheinende Nebel schwimmen, sondern auch unten an der Erde, wenn dickere Nebel aufsteigen oder fallen. Dass sie aber eine Ebene bilden könnten, bei welcher eine vollkommne Spiegelung statt fände, dies streitet wider alle Theorie und Erfahrung. Wer sich je beim Aufgange der Sonne auf hohen Bergen befand, unter sich die Thäler mit dem flachen Lande in eine Nebelfluth getaucht, und nur die beträchtlichern Hügelspitzen daraus hervorragen sah, der wird unter diesen Umständen gewiss niemahls eine wahre Luftspiegelung, sondern höchstens ein Phänomen erblickt haben, das sich beim Auf- und Untergange der Sonne auf dem ruhigen Spiegel der See zeigt, nämlich eine flimmernde Fläche, wie eine breite Feuerstrasse, die nahe beim Zuschauer anhebt und sich am Saume des Horizonts verliert. Bei diesem Flimmern spiegelt sich nicht einmahl der Sonnenkörper scheibenförmig weder in der See noch in den Nebeln ab, und daraus erhellet klar genug,

dafs man in diesen letztern den Grund der Luftspiegelung nicht suchen dürfe, wenn man an keine andere, als blofs katoptrische Erklärung denken will. Die wahren Erfordernisse dieses Phänomens sind keine andern, als eine beträchtlich ausgebreitete Fläche, an welche sich eine gerade fortlaufende Luftschicht dergestalt anlegen kann, dafs ihre Grundfläche so wenig als möglich von der Lage einer Ebene abweicht; und aufser diesem ein erhöhter Wärmegrad, welcher sich bis auf eine gewisse gleichförmige Tiefe in solche Luftschicht erstreckt: folglich kömmt hier alles auf die Rechnung dioptrischer Gesetze zu stehn.

VIII.

Fortgesetzte Nachricht von Versuchen im Grossen über den Fall der Körper,

vom

Dr. J. F. Benzenberg,

in einem Briefe an den Herausgeber.

Hamburg den 27sten Julius 1802.

— — Was ich Ihnen von einigen vorläufigen Fallversuchen, die ich im vorigen Jahre im St. Michaelisthurme angestellt hatte, in einem Briefe vom 30sten April, (oben S. 169,) mitgetheilt habe, wurde in einem Zeitpunkte geschrieben, als sich diesen Versuchen solche Hindernisse entgegenstellten, dass die Fortsetzung derselben zweifelhaft wurde. Sie verdanken diese Fortsetzung nur dem grossen Ansehen, worin Reimarus in Hamburg steht, und welches er zu Gunsten derselben verwendete.

Ich habe, um meinen Versuchen die Mannigfaltigkeit zu geben, bei der Irrthümer so gut als unmöglich sind, 7 verschiedne Stadia, von 10, 25, 67, 144, 240, 321 und 340 pariser Fuss abgemessen, und durch Pendelschwingungen verificirt. Für das höchste Stadium geben 6 Reihen Schwingungen von 30 die Gröfse jeder Schwingung zu 10″,513. Die hieraus berechnete Länge gab 338,2 par. Fuss. Hierzu 0,9 par. Fuss Abstand des Mittelpunkts der Kugel

Kugel vom Pflaſter, giebt 339,1 par. Fuſs. Drei Meſſungen mit dem Drahte und der Schnur, welche ſämmtlich keinen Zoll von einander abwichen, gaben 340,4 par. Fuſs. Alſo war die Pendelmeſſung um $1\frac{1}{3}$ par. Fuſs fehlerhaft. Der Grund hiervon liegt in dem Fehler der Zeitbeſtimmung, welche mit einer gewöhnlichen Taſchenuhr gemacht wurde. Die Einheit des Maaſses iſt eine meſſingene Scale von 1 Fuſs rheinl., welche von Ahl in Copenhagen unter Aufſicht des Prof. Bugge getheilt worden. Voriges Jahr ſtellte ich dieſe Verſuche ohne Gehülfen an, und ich konnte unten nicht bemerken, daſs es oben eine Stelle giebt, wo ſich der Draht bei groſsen Schwingungen anlegt. Daher die unrichtige Beſtimmung des Pendels zu 328 F. in meinem vorigen Briefe, (S. 173.) Alle Stadien ſind 2- oder 3mahl gemeſſen worden, und bis auf eine Kleinigkeit ſicher. Ich gebrauche die Pendelſchwingungen nur, um mich zu überzeugen, daſs nirgends ein groſser Fehler im Meſſen mit der Schnur vorgefallen ſey. Es kömmt wohl einmahl, daſs unter zwei Irrthümern eine ſonderbare *Harmonia praeſtabilita* herrſcht. Ich hatte kurz vorher hiervon ein Beiſpiel in St. Michael gehabt.

Die Fallzeiten habe ich auf jedem Stadio mit der Tertienuhr mit aller möglichen Genauigkeit zu beſtimmen geſucht. Ich gebrauchte hierzu Bleikugeln von $1\frac{1}{2}$ Zoll Durchmeſſer. Aus jedem Stadio lieſs

ich an verſchiednen Tagen 60 bis 80 Bleikugeln fallen. Aus je 10 oder 12 Verſuchen nahm ich das Mittel, und darauf aufs neue das Mittel erſt aus den ungeraden, dann aus den geraden Mitteln. Der Unterſchied beider konnte dienen, den Grad der Genauigkeit anzuzeigen, welchen ich bei dieſen Verſuchen erhalten hatte. Auf allen Stadien war die gröſste Abweichung der beiden letzten Mittel immer kleiner als $\frac{3}{4}$ Tertie. *) Die Ungewiſsheit in den Fallzeiten geht alſo nur bis auf einige Decimale der Tertie. Man kann dieſe Genauigkeit nur durch eine groſse Reihe Beobachtungen erhalten, und dadurch, daſs man vor und nach jeder Beobachtung die Tertienuhr mit dem Pendel vergleicht. Eine Tertienuhr ändert unaufhörlich ihren mittlern Gang. An jedem Tage, und oft in jeder Stunde befolgt ſie einen andern. Die Urſach liegt wohl darin, daſs ihre Hemmung gerade die entgegengeſetzte von Chronometer-Hemmung iſt.

Ich fürchte, daſs bei dieſen Verſuchen die Theorie des Widerſtandes der Luft für ſchnelle Bewegungen ſehr ins Gedränge kommen wird.

Meine höchſte Fallhöhe iſt die von 321 Fuſs geweſen. Ich hörte hier den Schall vom Aufſchlagen der Kugeln ſchon ſehr ſchwach. Auf 340 Fuſs, wo

*) Die gröſste Verſchiedenheit betrug $0''',6$.
d. H.

er noch durch 2 Böden durchmuſste, hörte ich ihn gar nicht mehr. Es iſt ſchade, daſs man nicht zu der Fallhöhe kommen kann, wo der Widerſtand ſo groſs wird, daſs alle Beſchleunigung aufhört. Dieſes wird ungefähr da ſeyn, wo die Geſchwindigkeit zwiſchen 2- und 300 Fuſs in 1 Sekunde iſt. Ich werde noch Verſuche machen, den Schall ſo zu verſtärken, daſs ich ihn auf 340 Fuſs hören kann.

Ueber die Verſuche wegen der Achſendrehung werde ich Ihnen vielleicht bald etwas beſtimmtes ſchreiben können.

IX.

ERZEUGUNG

von Wasserdampf durch Kälte,

von

S. L. Mitchill, M. D., F. R. S. E. *)

Nach einer lange anhaltenden aufserordentlich milden Witterung, bei der die Flüsse und das Meer bei New-York ganz frei von Eise waren, trat plötzlich in der Nacht vom 2ten auf den 3ten Januar 1801 eine Frostkälte ein, bei der das Wasser in den Häusern fror, und das Fahrenh. Thermometer um 8 Uhr Morgens in freier Luft auf 6° stand. Um diese Zeit sah man aus dem Salzwasser beider Flüsse, an welchen New-York liegt, (Hudson und Sound,) und aus den Regenwasser-Cisternen eine Menge Dämpfe aufsteigen, denen völlig ähnlich, welche sich über heifsem Wasser in kalter Luft verbreiten. Das Thermometer stand um 4 Uhr Nachmittags an einer beschneiten Planke unweit einer Cisterne auf 12° F., dagegen 8 Fuss tief in das Wasser der Cisterne getaucht, auf 41°, und bei diesem Temperatur-Unterschiede von 29° F. stiefs es häufige sichtbare Däm-

*) Ausgezogen aus *The medical Repository by* Mitchill *and* Miller, Vol. 4, New-York 1801, (übersetzt in Alber's *amerikanischen Annalen der Arzneikunde, Naturgeschichte, Chemie und Physik,* Bremen 1802, Heft 1, S. 105 f.) *d. H.*

pfe aus. Als darauf das Thermometer von einer Brig 8 Fuſs tief in das flieſsende Salzwaſſer der Fluth gelaſſen wurde, zeigte es 37°. Dieſes Waſſer hatte bis dahin den ganzen Tag geraucht, während das Thermometer, das in freier Luft um 8 Uhr Morgens auf 6° geſtanden hatte, bis auf 12° ſtieg, und hörte nun erſt auf, ſichtbare Dämpfe von ſich zu geben. Am 4ten war das Thermometer um 9 Uhr Morgens bis auf 22° in freier Luft geſtiegen; als man den Deckel der Ciſterne aufhob, deren Waſſer noch immer eine Temperatur von 40° hatte, ſah man wieder Dünſte aufſteigen, obſchon ſchwächer; das Salzwaſſer rauchte aber gar nicht.

Dieſe Verſuche zeigen, daſs das *Regenwaſſer*, wenn es die Temperatur der Atmoſphäre um 19° übertrifft, Dämpfe ausſtöſst, die freilich nur eben bemerkbar ſind, indeſs das *Meerwaſſer* erſt bei einem Ueberſchuſſe an Wärme von 25° ſichtbare Dämpfe aufſteigen läſst. Folglich zieht das im Meerwaſſer aufgelöſte Salz das Waſſer ſo ſtark an, daſs es einer um 6° gröſsern Wärme als das Regenwaſſer bedarf, um ſichtbare Dämpfe zu erzeugen.

X.

Ein beſonderes feuriges Meteor, beobachtet von PRIESTLEY. *)

„Am 8ten Auguſt 1800 rief man mich aus meinem Hauſe, um eine beſondere Art von Blitzen zu zu ſehn. Es war mehr ein feuriges Meteor, als ein Blitzen. Einige dieſer Blitzſtrahlen dauerten eine ziemliche Zeit lang, und viele warfen eine ungeheure Menge Feuerkugeln von ſich. Einer dieſer Blitzſtröme, (denn Blitzſtrahlen laſſen ſie ſich eigentlich nicht nennen,) glich einem Kometen. Er fing unter dem Horizonte an, und erſtreckte ſich bis über das Zenith; von allen Theilen deſſelben und in jeder Richtung gingen kleine Feuerkugeln ab, welche, durch eine gewöhnliche optiſche Täuſchung, an ihrem Urſprunge durch dünne Feuerſtücke befeſtigt ſchienen. Sie liefen eine ziemliche Strecke fort und verſchwanden darauf. Es war ein prächtiges Feuerwerk; einige der Feuerſtrahlen waren mehr, andere minder merkwürdig; alle aber unterſchieden ſich merklich vom gewöhnlichen Blitze. Sie dauerten lange fort, und es war dabei kein Donner zu hören. Wie ich glaube, ſind ſie

*) Eben daher, Seite 136.

ein Meteor besonderer Art, in einer höhern Region als unsre Atmosphäre."

„Ich erinnere mich, dass ich einst, als ich noch zu Leeds in England lebte, durch eine ähnliche Erscheinung, die beinahe ohne Aufhören 2 Stunden lang dauerte, in das äusserste Erstaunen gesetzt wurde. Ich sammelte damahls Nachrichten über die Lage und Höhe, in welchen man dieses Meteor an verschiednen Orten gesehn hatte, und schätzte darnach den Ort desselben auf etwa 20 (engl.) Meilen, in senkrechter Höhe über das Vorgebirge Flamborough-Head. Eigentliche Meteore hat man wohl 100 Meilen hoch gesehn." [Aus einem Briefe Priestley's an Dr. Rush, datirt Northumberland in Pensylvanien den 4ten Mai 1801, worin Priestley, (ob auch wohl ganz im Ernste?) äussert, Webster's *Brief History of epidemic and pestilential diseases*, habe ihn überzeugt, dass pestartige Krankheiten aus Ursachen entstehn, von denen man das nicht hätte glauben sollen, wie z. B. aus Erdbeben, Meteoren und Kometen.]

XI.

Eine Feuerkugel und eine Sonderbarkeit bei einer Sonnenfinfternifs.

Die beiden folgenden Beobachtungen, wie fie unfre Freundinn, die Dichterinn Rudolphi, mir mitgetheilt hat, fcheinen mir des Aufbewahrens werth zu feyn, da fie unter andern auch vom verftorbnen Dr. Rudolphi, deffen Bedachtfamkeit Ihnen bekannt ift, als Augenzeugen bewährt find.

„Es war im Sommer des Jahres 1791, als gegen Abend aus Südweften ein breiter fchwarzer Gürtel am Horizonte langfam heraufzog, aus dem es beftändig blitzte, ohne dafs man einen Donner hörte. Als diefe gürtelförmige Wolke dem Zenith näher kam, folgten die Blitze immer fchneller auf einander ohne Donner, und es ftürmte fehr ftark. So blieb die Wolke ftürmend und blitzend faft eine Stunde nahe über unferm Scheitelpunkte auf einer Stelle, bis fie plötzlich, unter heftigerm Stürmen mehr aus der niedern Luft, fich, verdünnt und über den Himmel ausgebreitet, nach Nordweften zog. Als wir ihr nachfahen, wurden wir eine Kugel gewahr, die anfangs die fcheinbare Gröfse des Vollmondes hatte, wenn er im Aufgehen ift und in feiner gröfsten Gröfse erfcheint. Sie war von fehr feuriger Kupferfarbe, und drehete fich mit erftaunlicher Schnelligkeit zugleich um ihre Achfe und

nach Nordweſten zu, wo wir ſie wegen der begrenzten Ausſicht bald aus den Augen verloren. Während dieſes Umdrehens nahm ihre Gröſse merklich zu. Sie wurde von drei verſchiednen Perſonen im Hauſe einzeln beobachtet, die ſich erſt nachher, was ſie geſehn, einander erzählten, und in ihrer Beobachtung vollkommen übereinſtimmten. Mehrere Perſonen in dieſer Gegend hatten ſie geſehn, aber keiner hatte ſie niederfallen ſehen; auch ſchien ſie ſich mehr horizontal zu bewegen." Ob von dieſer Feuerkugel nirgends Beobachtungen öffentlich ſind bekannt gemacht worden? Bei *Chladni* finden ſich keine.

Bei der *Sonnenfinſterniſs* von 1793, die hier central war, ſahen der Dr. Rudolphi, ſeine Schweſter und mehrere andere folgendes Phänomen, welches ich mir ſchlechterdings nicht zu erklären weiſs. Als der Mond beinahe auf dem Mittelpunkte der Sonne war, wurden die Schatten aller geraden Körper, z. B. des Fenſterrahmens und Fenſterbleies, *ſichelförmig;* und ſo wie der Mond über den Mittelpunkt hinüber war, warfen ſich die Schatten auf Einmahl um, und wurden nach der entgegengeſetzten Seite ſichelförmig. Ich entſinne mich nicht, etwas Aehnliches von centralen ringförmigen Sonnenfinſterniſſen geleſen zu haben, und erſuche Sie, deshalb bei den Naturforſchern Nachfrage zu halten.

Benzenberg.

XII.

Ein Mondregenbogen.

„Den 5ten September 1801 nahm Herr Profeſſor Seyffer in Göttingen, [wie er in den Gött. gel. Anzeigen erzählt,] einen vorzüglich ſchönen, *vom Mondlichte erzeugten Regenbogen* auf der Göttinger Sternwarte wahr. Bald nach Aufgang des Mondes zeigte ſich um 8 Uhr 11′ 1,4″ mittlerer Zeit, an dem dem Monde gegenüberſtehenden Theile des weſtlichen Himmels ein *pyramidaliſcher Schein*, dem Zodiakallichte ähnlich, nur daſs er ſenkrecht auf dem Horizonte ſtand, und die Farbe deſſelben vom Weiſsen ins Orangegelbe abfiel, und weit dichter als das Zodiakallicht war. Die Grundfläche der Erſcheinung am Horizonte hielt volle 6°, und die Höhe des Pyramidenrumpfes, (die Spitze war nicht begrenzt, ſondern durch Wolken verwaſchen,) mochte etwa 10° betragen. Noch konnte man nicht bemerken, daſs es in der Ferne regnete, daher Herr Prof. Seyffer dieſe Erſcheinung für eine *Regengalle* ohne Farben anſah, zu deren Vollendung noch die Regenwand fehlte. Da aber die Tropfenwand näher gekommen, auch der Mond indeſſen höher geſtiegen war, verwandelte ſich der Pyramidenrumpf augenblicklich in den ſchönſten vollendeten *Regenbogen*. Man konnte die rothen, grünen, orangegelben und violetten Streifen aufs

lebhafteſte und deutlichſte unterſcheiden. Die Stärke der Farben iſt um ſo merkwürdiger, als die Erſcheinung ſich am dritten Tage nach dem Voll-Lichte des Mondes ereignete. Sogar der *Nebenregenbogen* mit umgekehrter Ordnung war ſichtbar; beide Schenkel ſtanden am Horizonte auf, und alles war dem ſchönſten Tagregenbogen gleich. Die Verſtärkung des Windes, der aus Weſt blies, und des Regens, löſchte den Regenbogen aus, nachdem die Erſcheinung 19′ gedauert hatte. Die Seltenheit dieſes Phänomens und die Schönheit deſſelben, (die Lebhaftigkeit des Farbenſpiels wurde durch den ſchwarzen Hintergrund der Wolken mächtig gehoben und von einem darüber ſchwebenden leichten Wolkenſegmente begrenzt,) machten es gleich merkwürdig. Ariſtoteles, der zuerſt eine Nachricht vom Mondregenbogen aufgezeichnet, ihn aber in 50 Jahren nur zweimahl wahrgenommen hatte, hielt ihn nur im Vollmonde für möglich. Seit ihm ſind uns nur eilf Mondregenbogen bekannt geworden.“ *)

*) So überaus ſelten iſt dieſes Phänomen nicht. In einer unter dem Präſidio des damahligen Gieſsner, Prof. d. Phyſik, von Joh. Ludw. Alfeld 1750 zu Gieſsen vertheidigten Diſſertation: *De Iride lunari*, werden in §. IV, mit Uebergehung zweifelhafter Angaben, Nachrichten von nicht weniger als 30 bis dahin beobachteten Mondregenbogen mitgetheilt. Alfeld ſelbſt ſah ihn dreimahl. *d. H.*

XIII.

Iſt der Ophion, (ein Planet jenſeits der Uranusbahn,) ein noch unbekannter Weltkörper?

Es iſt bekannt, daſs ſich die Entfernungen der Planeten von der Sonne ſehr nahe durch die Reihe:

4, 7, 10, 16 u. ſ. w.,

ausdrücken laſſen. Die neue Beſtätigung dieſes Geſetzes durch die Entdeckung der Piazziſchen *Ceres**) war eine natürliche Veranlaſſung zu der Frage, wo es nun noch einen unbekannten Planeten geben könne, ob wir Hoffnung haben, ihn zu entdecken, u. ſ. w. So wohl begründet nun auch die Schlüſſe über die Entfernung jenes möglichen neuen Planeten, den einige ſchon vorläufig *Ophion* genannt haben, ſeyn mögen; ſo war, dünkt mich, die daraus hergeleitete Beſtimmung der Umlaufszeit und anderer Umſtände ſeiner Bewegung doch nicht ſo ganz zuverläſſig. Es kam nämlich darauf an, ob jene Reihe die *mittlern* Entfernungen, oder die halbe Achſe der Bahn angiebt. Denn ſobald dieſes nicht der Fall ſeyn ſollte, ſo fielen die Schlüſſe über die Periode ſeiner Umlaufszeit weg. Man wird

*) Dieſer Aufſatz wurde für die Annalen eingeſandt, noch ehe Hrn. Dr. Olbers Entdeckung der *Pallas* bekannt war. *d. H.*

mir antworten, dafs unsre bisherigen Kenntnisse uns zwar keinen Beweis *für* jene Supposition geben, aber doch auch nicht den geringsten Grund für eine entgegengesetzte Meinung zu enthalten scheinen. Ich gestehe gern, dafs auch ich *nur einen* Umstand kenne, der zu der anspruchlosen Frage, ob nicht in jener Reihe die *gröfsten* Entfernungen ausgedrückt sind, veranlassen kann. Dieser Umstand ist, dafs wir dann den Ophion unter die bekannten Weltkörper zählen dürften, indem der Komet von 1759 alsdann mit ihm einerlei seyn könnte.

Nebenstehende Tabelle zeigt, dafs die Sonnenfernen der Planeten nicht gar zu sehr von dem Gesetze abweichen, und wie nahe die apheliſche Entfernung jenes Kometen mit dem nächsten Gliede der Reihe übereinstimmt. Freilich unterscheidet er sich von allen Planeten durch die Richtung seines Laufes, die in Vergleichung des Laufes der Planeten rückgängig ist: — aber zeigen nicht auch die Bahnen der Uranusmonde schon, dafs die planetische Ordnung hier aufhört?

	Reihe der Entfernungen nach dem angenommnen Gesetze.	Mittlere Entfernungen nach Beobachtungen.	Abweich. der beob. mittlern Entfern. von dem Gesetze in Theil. dieser Entfern. ausgedrückt.	Gröfste Entfernungen nach Beobachtungen.	Abweich. der beob. gröfsten Entfern. von dem Gesetze in Theil. dieserEntfernung ausgedrückt.
Mercurius	4	3,87	$-\frac{1}{30}$	4,59	$+\frac{1}{8}$
Venus	7	7,233	$+\frac{1}{13}$	7,16	$+\frac{1}{43}$
Erde	10	10	—	10	—
Mars	16	15,237	$-\frac{1}{20}$	16,38	$+\frac{1}{45}$
[Ceres	28	27,67	$-\frac{1}{85}$	29,92	$+\frac{2}{31}$
Pallas]		27,9	$-\frac{1}{76}$	14,7	$+\frac{1}{3}$]
Jupiter	52	52,028	$+\frac{1}{1838}$	53,63	$+\frac{1}{33}$
Saturnus	100	95,407	$-\frac{1}{21}$	99,05	$-\frac{1}{104}$
Uranus	196	191,836	$-\frac{1}{21}$	197,5	$+\frac{1}{131}$
Ophion	388	—	—	—	—
des Kometen von 1759				355	$-\frac{1}{12}$

Was mir an dieser Hypothese am meisten missfällt, ist, dafs sie, wie alle schlechte Hypothesen, sich eben so wenig widerlegen, als beweisen läfst, wenn nicht etwa die Entdeckung eines andern Ophion sie umstöfst; — und dazu ist wohl fürs erste keine grofse Hoffnung. Um indefs alles, was zur Prüfung dienen kann, vorzulegen, will ich noch folgende Betrachtungen anführen.

Jenes Gesetz läfst sich allgemein so darstellen: a, $a + b$, $a + nb$, $a + n^2b$, $a+n^3b$, u. s. w.; und in jedem gegebnen Planeten-Systeme, wo es mehr als 3 Planeten giebt, liefse sich prüfen, ob ein ähnliches statt finde. Uns kann das Saturnus-System zu einer solchen Prüfung dienen, und folgende Tafel zeigt die Abweichungen der mittlern Entfernungen vom Gesetze.

Aus den drei nächſten Bahnen ſind die Gröſsen

$a = 3{,}08$, $b = 0{,}872$, $n = 2{,}08$;

beſtimmt, wobei Saturns Halbmeſſer = 1 geſetzt iſt.

	Reihe der Entfernung. nach dem Geſetze.	Beobachtete mittlere Entfernung.	Abweichung der mittl. Entfern. vom Geſetze in Theilen dieſer Entfernung.
Erſter Mond	3,08	3,08	
zweiter	3,952	3,952	
dritter	4,89	4,89	
vierter	6,85	6,27	$-\frac{2}{11}$
fünfter	10,92	8,75	$-\frac{1}{4}$
ſechster	19,39	20,29	$+\frac{2}{22}$
	36,92		
ſiebenter	70,39	59,15	$-\frac{1}{3}$

Hier könnte die Beobachtung entſcheiden, ob die Bahnen excentriſch genug ſind, um die groſsen Abweichungen beim fünften und ſiebenten Monde zu rechtfertigen. Die des ſechsten müſste wenig excentriſch ſeyn. — — s.

— — — n.

XIV.

Desinficirende und gegen Anſteckung ſichernde Fläſchchen.

(*Flacons désinfectans.*) *)

In der Apotheke des Bürgers Boullay in Paris findganz fertige desinfectirende Fläſchchen käuflich zu haben, welche beſtimmt ſind, faulige Luft zu verbeſſern und anſteckende Miasmen zu zerſtören, nach der Art, die Guyton-Morveau beſchrieben und erprobt hat, (*Annalen*, VI, 357.) Dieſe Fläſchchen aus Kryſtallglas mit eingeſchmirgeltem Stöpſel faſſen ungefähr eine Unze Waſſer, und ſind zu $\frac{3}{4}$ mit einer Miſchung angefüllt, welche das giebt, was Guyton aus dem Stegereife bereitetes oxygenirt-ſalzſaures Gas, (*Acide muriatique oxygéné extemporané*,) nennt. Sie hat vor der liquiden oxygenirten Salzſäure, welche das oxygenirt-ſalzſaure Gas ſchon ganz fertig im Waſſer condenſirt enthält, und ſo ſchwierig aufzubehalten iſt, den Vorzug, daſs ſie ſelbſt noch nach Jahren beim Oeffnen der Flaſche gasförmige Emanationen von gleicher Intenſität wie zu Anfang entwickelt; eine Eigenſchaft, welche ſie für die ſehr ſchätzbar macht, welche dieſes Gas als das ſicherſte und mächtigſte unter allen Präſer-

*) *Annales de Chimie*, t. 41, p. 119.

ſervativmitteln gegen Anſteckung ſtets bei der Hand zu haben wünſchen.

Dieſe Fläſchchen befinden ſich in einem Futterale aus hartem Holze, auf das der obere Theil aufgeſchraubt wird, und welches dazu dient, das Glas, wenn man es bei ſich trägt, gegen Beſchädigung zu ſchützen, und den Stöpſel feſt anzudrücken.

So einfach die Bereitung jener Miſchung aus Kochſalz, ſchwarzem Braunſteinoxyd und Salpeterſäure, (Schwefelſäure?) auch iſt, ſo giebt es doch viele, die ſich ſcheuen, ſo mächtige Säuren zu handhaben; ihnen wird der Bürger Boullay einen wahren Dienſt erweiſen, daſs er die Miſchung ganz fertig liefert. Man wird den Werth dieſer Fläſchchen noch mehr ſchätzen lernen, wenn man ſich durch Erfahrung überzeugt haben wird, daſs man ſie ohne die mindeſte Unbequemlichkeit bei ſich tragen und in bewohnten Zimmern aufbewahren kann; daſs, wenn man ſie an einem verdächtigen Orte öffnet, man durch ſie ſogleich mit einer Gasatmoſphäre umgeben wird, welche alles Giftige und Anſteckende in der Luft zerſtört; und daſs, wenn man ſie eine Zeit lang aufläſst, das anticontagiöſe Gas ſich immer weiter umher verbreitet, bis es durch die Schlüſſellöcher entweicht. Es bewirkt dabei daſſelbe als die andern Fumigationen durch Säuren, wovon aber ſelbſt die einfachſte viel ſchwierigere Manipulationen erfordert; und wenn die Fläſche

zugeſtopft wird, ſobald man durch den Geruch merkt, daſs genug Gas entwickelt iſt, ſo können auch die empfindlichſten Perſonen durch daſſelbe nicht im mindeſten beſchwert werden.

Alles dieſes wird hoffentlich dazu beitragen, die Practik der Fumigationen durch Säuren allgemeiner zu machen, als des einzig wirkſamen Mittels, Anſteckungen und deren ſchädlichen Folgen zu entgehn.

XV.

Nachtrag zu dem Sprengerſchen Aufſatze S. 354.

So eben iſt in der *Schulziſchen Buchhandlung* in Oldenburg erſchienen: *Nachricht von den zu Jever durch die Galvani-Voltaiſche Gehörgebekunſt beglückten Taubſtummen, und von Sprenger's Methode, dieſe Kunſt auszuüben*, von C. H. Wolke, 8., *mit* 1 *Kupfertafel*, wo man über dieſe Materie noch ausführlichere Nachrichten, und unter andern auch 38 einzelne Curgeſchichten und eine Beſchreibung des Wolkiſchen Gehörmeſſers findet.

d. H.

XVI.

PHYSIKALISCHE PREISFRAGE des *französischen National-Instituts auf das Jahr XII.*

Die mathem.-physikalische Klasse des Instituts hatte im Jahre VIII folgende Preisfrage aufgegeben, über die der Preis am 15ten Germinal J. X vertheilt werden sollte, (*Annalen*, V, 479):

Welches sind die Merkmahle, durch die sich die vegetabilischen und animalischen Stoffe, welche zu Fermenten dienen, von denen, die sie in Gährung bringen, unterscheiden?

Da die eingesandten Abhandlungen die im Programme festgesetzten Bedingungen nicht erfüllt haben, so setzt die Klasse diese Frage nochmahls für das Jahr XII aus. Der Preis ist eine goldne Medaille, 1 Kilogramm schwer, und wird am 15ten Germinal J. XII vertheilt werden. Die Abhandlungen müssen vor dem 1sten Nivose J. XII eingeschickt werden; ein Termin, auf den man strenge halten wird. Jedermann, in allen Ländern, kann concurriren, die Mitglieder und Associés des Instituts ausgenommen. Die Abhandlung darf nicht den Namen des Verfassers, sondern nur eine Devise tragen. Doch kann man den Namen des Verfassers in einem

verſiegelten Zettel mit Aufſchrift der Deviſe beilegen. Das Inſtitut giebt weder die Abhandlungen, noch die Zeichnungen und Maſchinen zurück, die ſich um den Preis bewerben; doch können die Verfaſſer Copien davon nehmen. Man ſchickt die Abhandlung franco dem Inſtitute oder dem Sekretär der Klaſſe ein, welche die Preisfrage aufgegeben hat; im letztern Falle ertheilt der Sekretär darüber ein Recepiſſe.

XVII.

Preiſe auf Entdeckungen über die galvaniſche Electricität, ausgeſetzt von Bonaparte.

Der Miniſter des Innern, Chaptal, hat, Zeitungsnachrichten zufolge, dem National-Inſtitute folgendes Schreiben vom erſten Conſul mitgetheilt, datirt:

Paris den 15ten Juni 1802.

„Ich bin Willens, Bürger-Miniſter, einen Preis, der aus einer Medaille von 3000 Franken beſteht, *für den beſten Verſuch* zu ſtiften, welcher in jedem Jahre *über den Galvanismus oder das galvaniſche Fluidum gemacht werden wird.* Die Aufſätze, worin dieſe Verſuche beſchrieben werden, müſſen vor dem erſten Fructidor an die erſte Klaſſe des National-Inſtituts eingeſandt werden, und dieſes wird in den erſten Ergänzungstagen dem den Preis zuerkennen, deſſen Verſuch der nützlichſte für die Fortſchritte der Wiſſenſchaft geweſen ſeyn wird.“

„Ich verſpreche ferner, dem eine Summe von 60000 Franken als eine Aufmunterung zu geben, der uns in der Electricität und dem Galvanismus durch ſeine Entdeckungen und Verſuche um einen Schritt vorwärts bringen wird, welcher mit den Erweiterungen dieſer Wiſſenſchaften durch Frank-

lin und Volta sich nach dem Urtheile der Klasse wird messen dürfen."

„Alle Fremde, jeder Nation, werden zu dieser Bewerbung zugelassen. Machen Sie der ersten Klasse des National-Instituts diese Verfügung durch ihren Präsidenten bekannt, damit sie diese Ideen nach Gutdünken noch weiter entwickle. Mein eigentlicher Zweck ist, die Aufmerksamkeit der Physiker auf diesen Theil der Physik immer mehr zu ziehn, der meiner Meinung nach der Weg zu grossen Entdeckungen ist."

Bonaparte.

Zufolge dieses Schreibens ladet das National-Institut alle Gelehrte Europa's, und selbst die Mitglieder und Associirten des Instituts, zur Preisbewerbung in dieser wichtigen Materie ein. Die mathematisch-physikalische Klasse wird jährlich dem Urheber der Versuche, die dem Fortgange der Wissenschaft am beförderlichsten werden gewesen seyn, die Medaille zum Preise zuerkennen. Der grosse Preis von 60000 Franken soll dem ertheilt werden, dessen Entdeckungen in der Geschichte der Electricität und des Galvanismus Epoche machen werden.

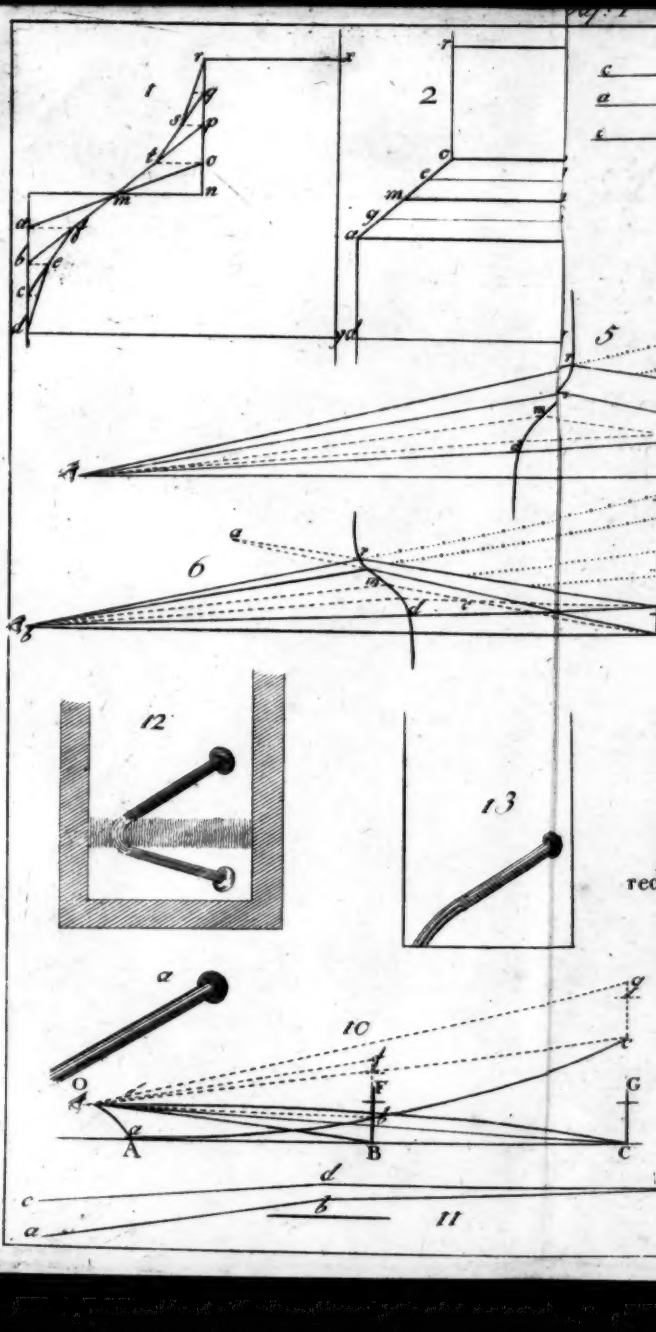
XVIII.

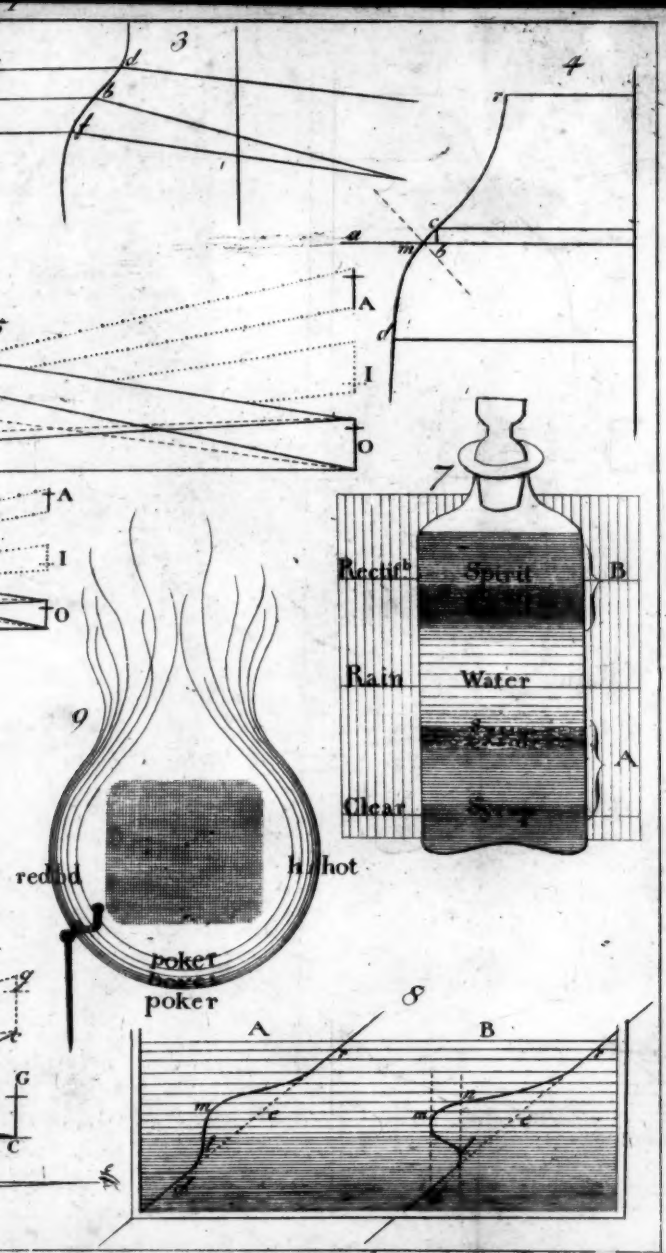
PHYSIKALISCHE PREISFRAGE *der kaiſerlichen Akademie der Naturforſcher zu Erlangen für das Jahr 1803.*

Preis 25 Dukaten. Einſendungstermin der 30ſte September 1803, Preisvertheilung am 5ten Januar 1804. Sprache: deutſch, lateiniſch oder franzöſiſch. Es wird verlangt:

1. Daſs man alle Beobachtungen, welche über die *Voltaiſche Säule* bis zu Anfang des Jahres 1803 bekannt werden, mit Angabe der Beobachter, und der Schriften, worin die Beobachtung beſchrieben iſt, ſammle und ſyſtematiſch zuſammenreihe; und 2. über jeden zweifelhaften oder noch nicht völlig erwieſenen Erfahrungsſatz eigne ſorgfältige Beobachtungen anſtelle. Es wird 3. gewünſcht, daſs man zuerſt die Wirkungen der Säule auf nicht-organiſche Körper, (wohin auch die Funken, Oxydationen, Schmelzungen u. ſ. w. gehören,) dann ihre Wirkungen auf organiſche todte, (Abhaltung oder Beförderung der Fäulniſs,) und zuletzt auf organiſche lebende Körper, (Schläge, Geſchmack, Blitz u. ſ. w.,) prüfe und aufzähle; 4. beſonders darauf Rückſicht nehme, ob Electricität und Galvanismus identiſch ſind oder nicht; und ob 5. Lavoiſier's Lehre

oder Ritter's Hypothese über die Natur des Wassers die wahre ist; und dass man endlich 6. alle Erfahrungssätze und Schlüsse insbesondere auf die praktische Medicin anwende. Dazu wird aber gefordert, a. dass man theoretisch bestimme, in wie fern, wie, und in welchen Krankheiten die Anwendung der Voltaischen Säule heilsam seyn kann; b. dass man die dahingehörigen Beobachtungen anderer, Grappengiesser's, Hagenbach's, Huber's u. s. w., sammle, systematisch ordne, prüfe und beurtheile; und dass man c. eigne Beobachtungen darüber anstelle und sie getreu und unbefangen erzähle.


1
2
5
6
12
13
10
11
a
b
c
d
e
f
g
m
n
o
p
r
s
t
x
A
B
C
D
E
F
G



Gilberts Annal. d. Phys. II B. 2 St.

Fig. 1.

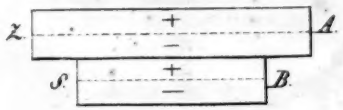


Fig. 2.

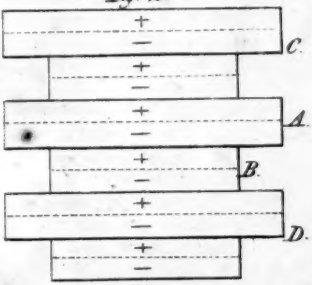


Fig. 3.

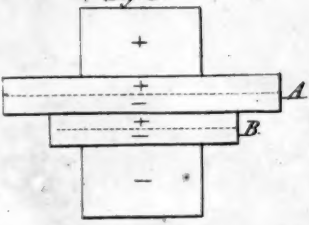
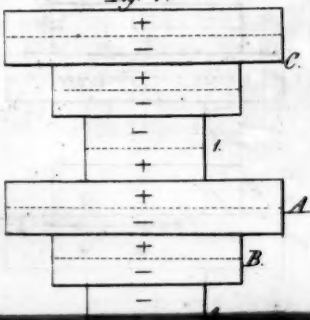


Fig. 4.



II

Fig. 5.

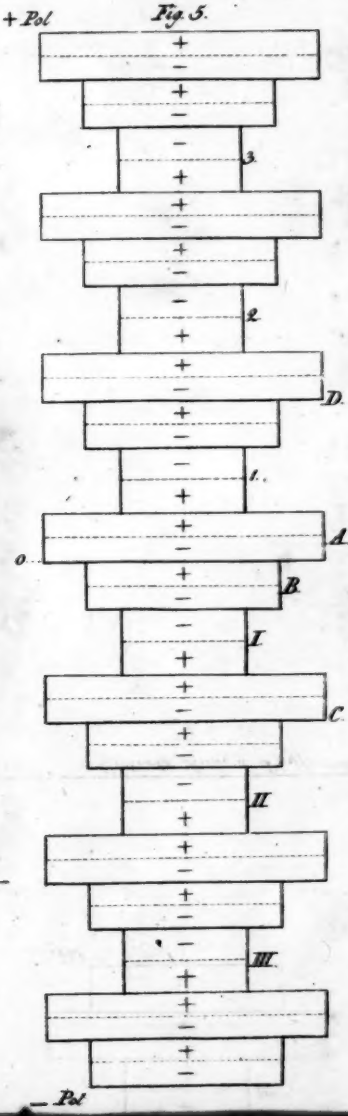


Fig. 2.

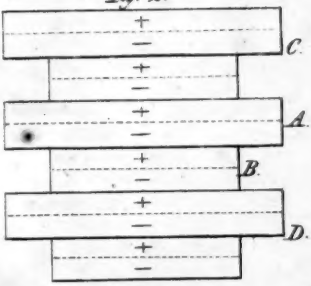


Fig. 3.

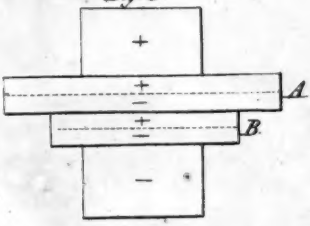
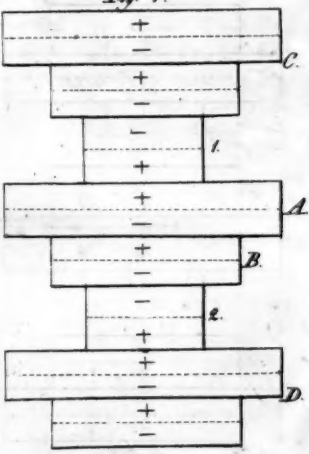


Fig. 4.



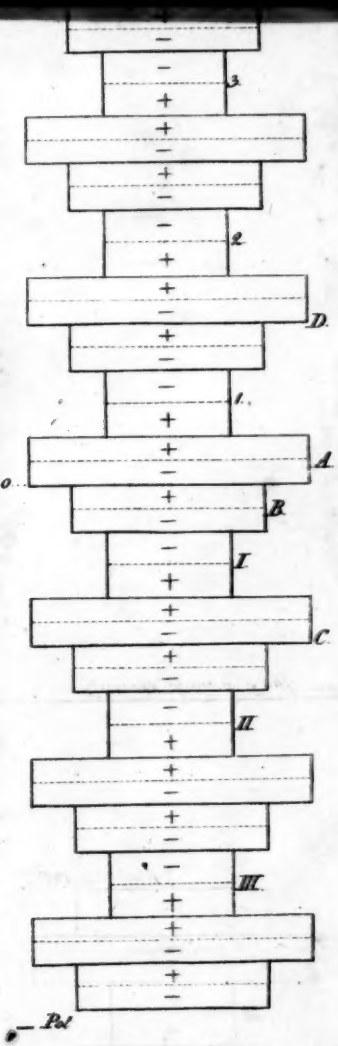
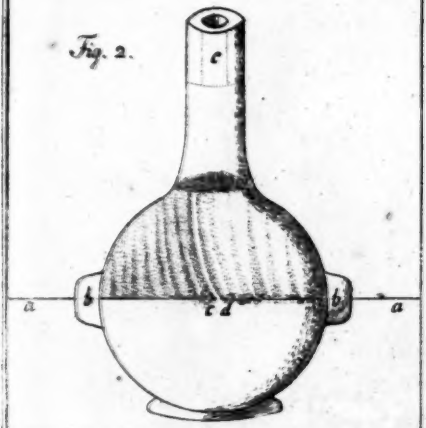

3
2
D
1
A
o
B
I
C
II
III
Pd

Fig. 2.



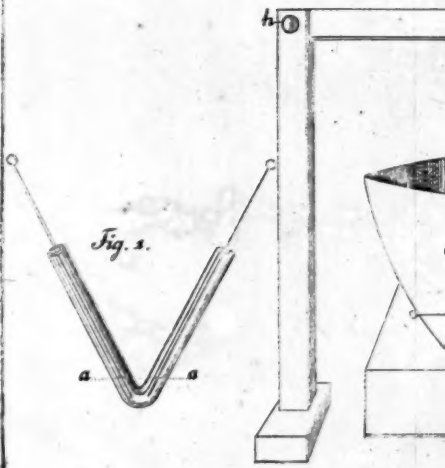


Fig. 1.

1 Par. Fu

Erdmann del.

Gilberts Ann: d

Taf. III

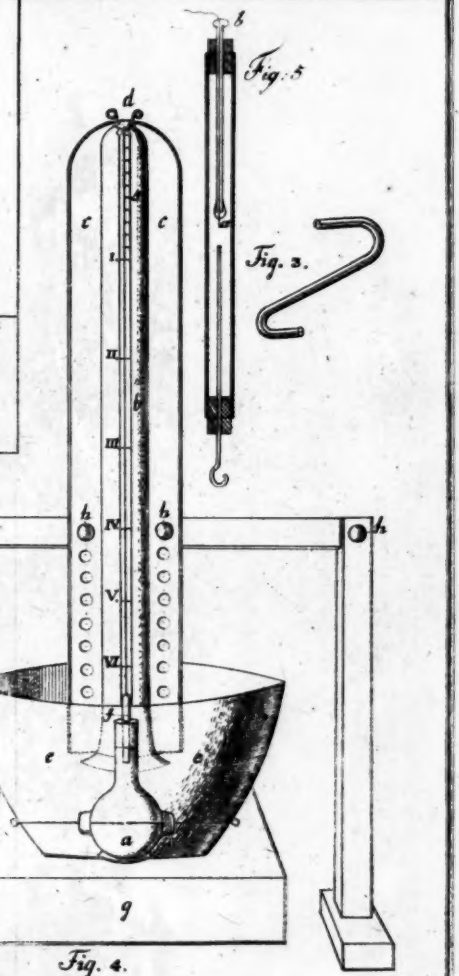
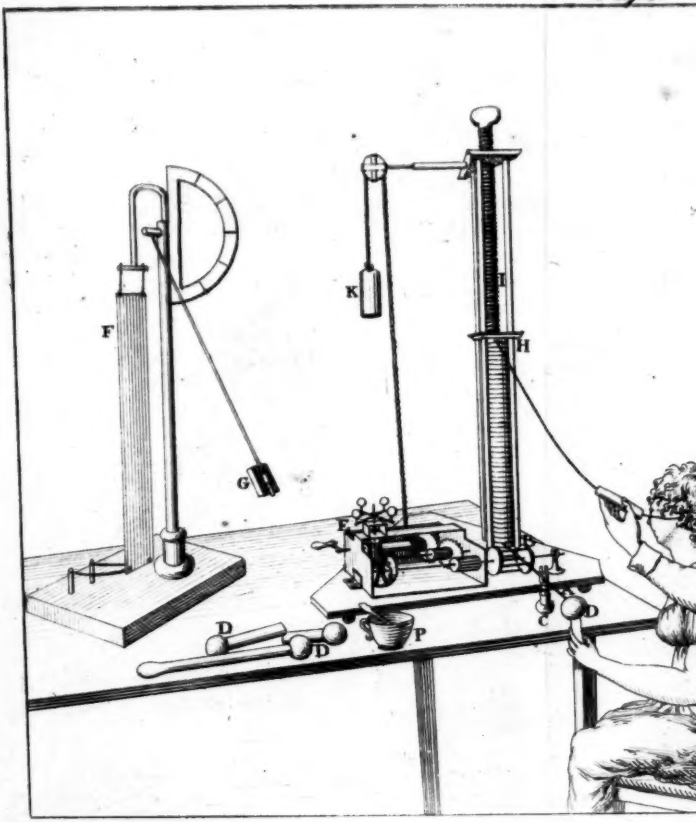


Fig. 5

Fig. 3.

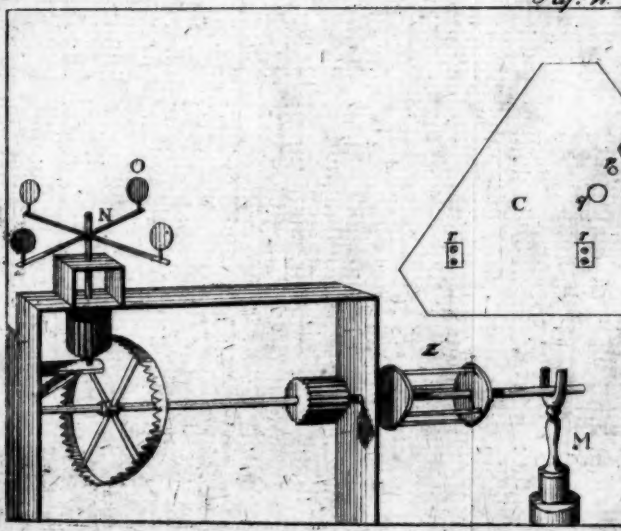
Fig. 4.

Fuss.

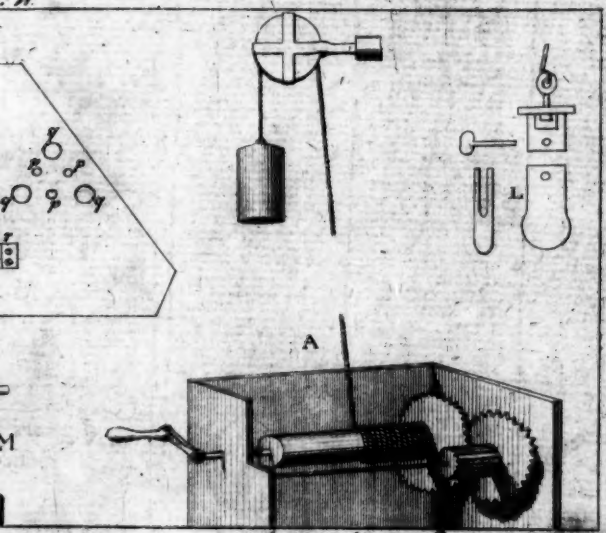

F
G
K
I
H
D
D
P
C
D

Gilberts Ann: d: Phyf: 11 B: 346.

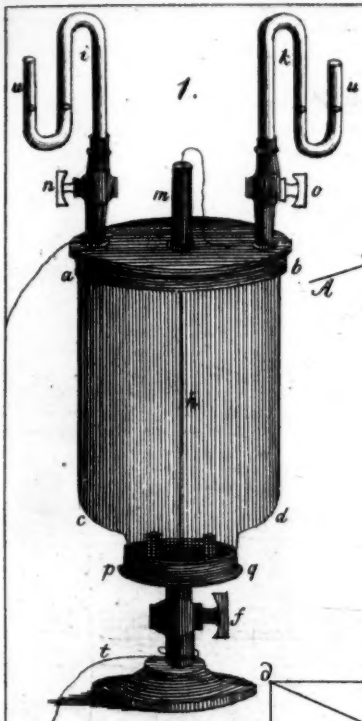
Taf: II

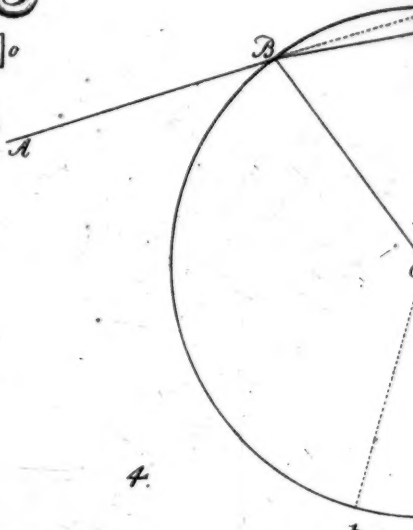


Tab. II

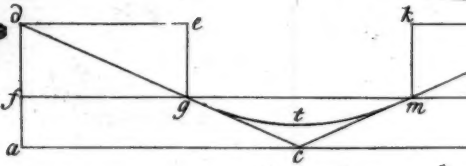


Gilberts Ann. d. Phys. 11 B. 3 St.

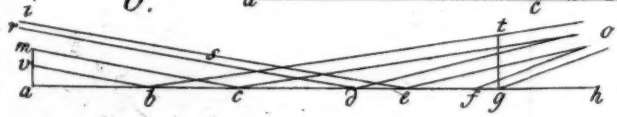

1.
u
i
k
u
n
m
o
a
b
k
c
d
p
q
f
t


B
A

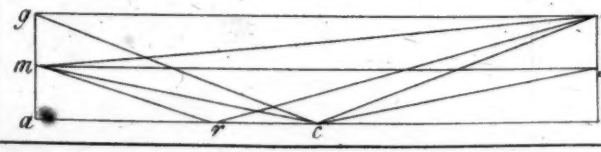
4.

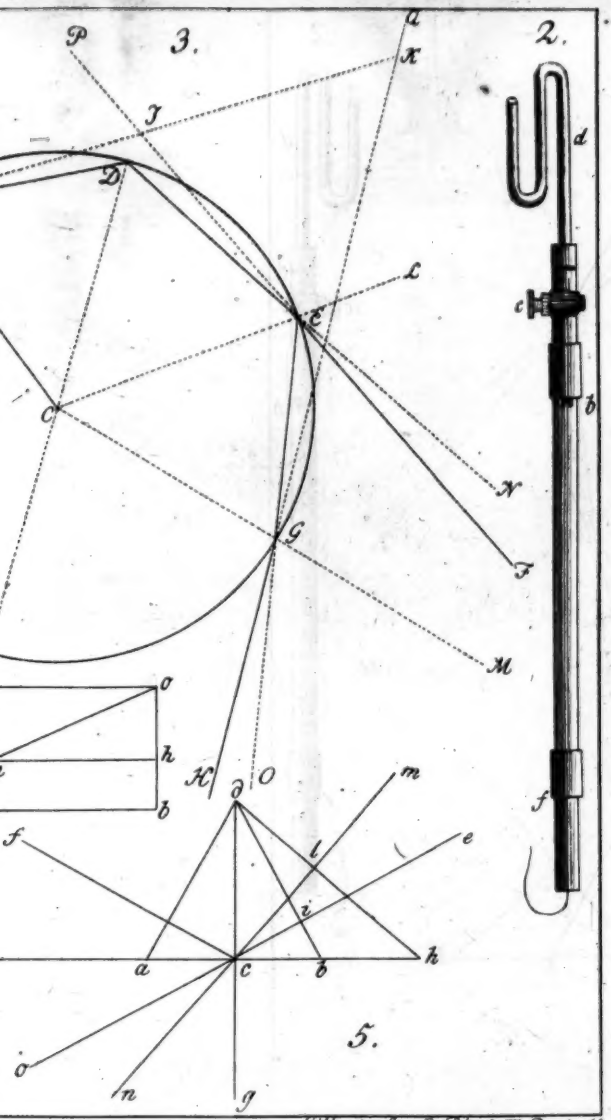

d
e
k
f
g
t
m
a
c

6.


i
r
m
v
s
t
o
a
b
c
d
e
f
g
h

7.


g
o
m
f
a
r
c
b


3.
P
a
x
y
D
L
E
C
N
G
F
M
K
O
o
h
b
m
f
l
e
i
a
c
b
h
o
n
g
5.

2.
d
c
b
f